

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II**

Dottorato di ricerca in Bioetica

Indirizzo Filosofico

XXI Ciclo

BIOTECNOLOGIE E BIOPOLITICA

L'ESTASI DELL'UOMO SPERIMENTALE

Relatore: prof. Paolo Amodio

Coordinatore: prof. Giuseppe Lissa

Candidato: Diego Rossi

Il termine “estasi” compare in Grecia nel quarto secolo a.C. e significa “anomalia” fisiologica, in quanto allontanamento, distacco dalle regole naturali.

(G. Colli, *Dopo Nietzsche*, Bompiani, Milano 1978, p. 49)

Sommario

| | |
|--|------------|
| SOMMARIO | 1 |
| 1 ANALISI TERMINOLOGICA | 5 |
| 1.1 – Sulla biotecnologia..... | 6 |
| 1.2 – Sulla tecnica. | 12 |
| 1.3 – Sulla tecnologia..... | 52 |
| 2 LE BIOTECNOLOGIE..... | 82 |
| 2.1 – Introduzione e cenni storici. | 83 |
| 2.2 – La genetica. | 94 |
| 2.3 – La scoperta del DNA..... | 103 |
| 2.4 – L'ingegneria genetica. | 118 |
| 3 IL CONNUBIO TRA BIOTECNOLOGIA ED INFORMATICA | 133 |
| 3.1 – La cibernetica come visione del mondo. | 134 |
| 3.2 – Biocibernetica. | 165 |
| 3.3 – La metafisica della realtà virtuale | 190 |
| 4 BIOTECNOLOGIE E BIOPOLITICA | 229 |
| 4.1 – Discorso preliminare sulla biopolitica..... | 230 |
| 4.2 – I decisori politici. | 249 |
| 4.3 – Biotecnologie di controllo e società della sorveglianza..... | 274 |
| 4.4 – Il cyborg..... | 287 |
| BIBLIOGRAFIA | 317 |
| Fonti e classici | 317 |
| Riferimenti di carattere generale | 321 |
| Bibliografia generale | 322 |
| Articoli in internet e pagine web | 338 |
| Siti internet consultati | 340 |

1 Analisi terminologica

1.1 – Sulla biotecnologia.

Il termine biotecnologia è ormai ampiamente entrato nel vocabolario comune, usato – e sovente abusato – nel dibattito pubblico, così come nella riflessione etica e giuridica. Come prima definizione d'ordine generale, per biotecnologia è da intendersi ogni forma di tecnologia in cui è l'essere vivente il principale strumento usato per produrre un determinato effetto. È questo del resto il modo in cui, più o meno consapevolmente, il termine viene usato dai più, sia in ambito accademico e scientifico, sia – ma qui spesso è evidente una qualche incertezza – nel linguaggio comune.

È chiaro che il termine discende direttamente da quello di “tecnologia”. Marcello Buiatti indica nelle tecnologie «gli strumenti ed i processi che sono alla base delle nostre strategie di trasformazione del mondo». Ne consegue, per l'appunto, che «le biotecnologie sono tecnologie nelle quali sono gli esseri viventi ad essere utilizzati come strumenti per cambiare il mondo»¹. Si può dire, dunque, che la biotecnologia sia l'applicazione delle scienze biologiche per fini tecnologici o industriali². Nella sua accezione più vasta, essa viene

¹ M. Buiatti, *Le biotecnologie*, Il Mulino, Bologna 2004, p. 7.

² Cfr. E. Lovell Becker (ed.), *International Dictionary of Medicine and Biology*, J. Wiley & Sons, 1986, alla voce “*biotechnology*”: «The application of the biological sciences, especially genetics, to technologic or industrial uses».

anche intesa come l'insieme delle tecnologie applicate, direttamente, sul vivente.

C'è, comunque, spesso, un certo imbarazzo nell'utilizzo del termine, che risulta sovente troppo ampio e aleatorio ma anche, allo stesso tempo, troppo stretto per rendere conto della complessità dei fenomeni collegati allo sviluppo tecnologico degli ultimi anni. Più corretto, dunque, sarebbe parlare di biotecnologie³, al plurale, anziché di una generica biotecnologia, specificando di volta in volta il campo.

Non sarà tuttavia superfluo indagare un po' più a fondo sul termine, onde chiarirne maggiormente il senso e la portata, approfondendo, in particolare, e in primo luogo, la riflessione sulla tecnologia. Il termine tecnologia, proprio come la biotecnologia, appare in qualche modo vuoto, se non specificato in direzione di una determinazione pratica. Anche in questo caso occorre probabilmente parlare di tecnologie, al plurale. Pure, non è scorretto utilizzare il termine tecnologia in un'accezione ampia, forse idealtipica, in riferimento ad una certa capacità dell'uomo.

A ben guardare, anzi, pare che la tecnologia rientri in un particolare insieme di termini che presentano un diverso aspetto al singolare e al plurale. Non cambia il significato ma, usate al singolare,

³ Proprio M. Buiatti, *op. cit.*, sostiene l'importanza di parlare unicamente di biotecnologie, al plurale, in quanto sarebbe oltremodo astratto ed, in buona sostanza, sterile, parlare di una fantomatica biotecnologia, non dandosi nella realtà se non un insieme di pratiche, talvolta magari comunicanti, per ottenere certi determinati scopi.

tali parole si riconfigurano in un ordine semantico diverso, e acquistano pertanto un diverso senso. È il caso, ad esempio, della cultura, laddove le culture (intendendo con ciò, evidentemente, le singole culture), non esauriscono il campo semantico del termine singolare, il quale, a sua volta, sfugge all'ordine delle singolarità, ponendosi come elemento specifico e costitutivo dell'uomo in quanto tale, non appartenente, cioè, ad una determinata cultura.

Lo stesso sembrerebbe accadere per un termine come tecnologia. Da un lato, dunque, la tecnologia, dividendosi nelle singole tecnologie, indica l'insieme delle applicazioni tecniche, intese come strumenti finalizzati ad un utilizzo pratico: nello specifico essa è lo studio dei procedimenti che consentono la trasformazione delle materie prime in prodotti industriali. In un'accezione più ampia essa indica in generale lo studio della tecnica e delle sue applicazioni. Ma d'altro canto essa, al singolare, acquista una connotazione qualitativamente diversa, diviene concetto di natura metafisica, viene a connotare, per essere più precisi, l'idea che muove l'agire finalizzato dell'uomo.

Sembrerebbe una ridondanza: Aristotele⁴ già indicava con τέχνη l'agire finalizzato ad uno scopo, in contrapposizione a πρᾶξις, intesa come agire puro. Detto così, la tecnologia non sarebbe null'altro che

⁴ Aristotele, *Etica nicomachea*, VI, 4.

un modo per dire «tecnica». E non a caso si legge sul *Dizionario di filosofia* di Nicola Abbagnano, alla voce *tecnologia*, come seconda accezione del termine, «lo stesso che tecnica»⁵.

Ebbene, si tratta allora di vedere in quale senso, ed entro quali limiti, è possibile tracciare questa equipollenza terminologica.

La tecnica, intesa come τέχνη, indicherebbe in fondo null'altro che l'arte, laddove l'arte è un agire finalizzato ad uno scopo, secondo l'accezione aristotelica. Qualunque azione umana vincolata ad un fine (sia esso economico, estetico, od anche morale) è tecnica. Anche in questo caso, però, si nota quel gap che è stato osservato in precedenza: al plurale, le tecniche indicano semplicemente un insieme di norme pratiche da seguire per ottenere un effetto, determinato di volta in volta a seconda dei casi: vi sarà quindi una tecnica per dipingere, una tecnica per cucinare, una tecnica agricola, e così via. Ma la tecnica in quanto tale ci dice qualcosa di più, e qualcosa di non riducibile all'insieme delle pratiche umane.

La letteratura sul tema è amplissima, ed in gran parte ben nota, né potrebbe essere qui analizzata in maniera adeguata. Tuttavia sarà bene richiamare alla mente alcuni passaggi di tale letteratura, per individuare una posizione ed un percorso possibile.

⁵ N. Abbagnano, *Dizionario di filosofia*, UTET, Torino 1971, p. 861.

Si potrebbe allora, in via di cominciamento, volgere lo sguardo alla filosofia della tecnica tedesca, onde tracciare una prima approssimativa mappatura concettuale. Si potrebbe allora individuare nel periodo a cavallo tra i secoli XVIII e XIX il punto di discontinuità in cui la tecnica si mostra per ciò che è, in cui, meglio, la tecnica diviene ciò che è, ciò che è sempre stata, ma che solo in questo momento si dà nella sua forma più matura; il momento, cioè, in cui «ha luogo il divorzio tra la tecnica e la mano (lo strumento archetipico), in cui si attua il passaggio definitivo da una *paleostrumentalità* (quella corporea, immediata, manuale-artigianale, appunto) ad una *neostrumentalità* (quella scorporata, esonerata, macchinale-artigianale)»⁶. È solo allora, dunque, che si darebbe una forma della tecnica con cui la filosofia possa confrontarsi, un qualcosa che possa essere definito, secondo l'espressione di E. Diesel, «il fenomeno della tecnica»⁷. Ciò sarebbe dovuto, sostanzialmente, al fatto che solo a partire da quel momento, la tecnica diviene un qualcosa di macchinico, «scorporato», in qualche modo automatico. Per questa via, la tecnica viene legata strettamente all'industrializzazione, al mondo della macchina, o, per dirla con

⁶ A. Cera, *Sulla questione di una filosofia della tecnica*, in N. Russo (a cura di), *L'uomo e le macchine. Per un'antropologia della tecnica*, Guida, Napoli 2007, p. 43.

⁷ Cfr. E. Diesel, *Das Phänomen der Technik*, Berlin 1939, tr. it. a cura di C. Cases, *Il fenomeno della tecnica*, Mondadori, Milano 1944.

Latouche, alla «megamacchina»⁸. In effetti, lo spazio della riflessione filosofica sulla tecnica, lo spazio della *Technikphilosophie*, è aperto proprio da questo orizzonte macchinale, dall'industrializzazione che genera un nuovo ambiente, un ambiente appunto tecnico, un «regno dei mezzi»⁹.

A questo punto si fa necessaria una più adeguata chiarificazione. È evidente che «biotecnologia», «tecnologia» e «tecnica» sono tutti termini che fanno riferimento ad uno stesso campo semantico. Tuttavia, ciò che sembra da approfondire è il loro reciproco rapportarsi e distinguersi. Né può soddisfare un vuoto richiamo dell'uno all'altro, sebbene a tutta prima paia che la biotecnologia derivi e dipenda dalla tecnologia, e questa a sua volta dalla tecnica. Si tratta di un'evidenza etimologica e storica, che tuttavia non aggiunge granché alla riflessione filosofica. Soprattutto, resta ancora da chiarire il nesso tra la tecnica come arte ed una tecnica che possa essere definita come «regno dei mezzi», e ancora risulta difficile da comprendere il rapporto tra questo regno e la tecnologia – e quindi la biotecnologia – intesa come scienza della tecnica.

⁸ S. Latouche, *La megamacchina. Ragione tecnoscientifica, ragione economica e mito del progresso*, tr. it. di A. Salsano, Bollati Boringhieri, Torino 2000.

⁹ Ciò che costituisce, per Cera, la migliore risposta alla domanda su cosa sia la tecnica: cfr. A. Cera, *op. cit.*, p. 107.

1.2 – Sulla tecnica.

L'*Historisches Wörterbuch der Philosophie* definisce la τέχνη come una «competenza finalizzata, adeguata ad un fine», sia essa un'abilità, una capacità o un'arte¹⁰. In pratica, è la stessa definizione che ne dà Aristotele, la sua «definizione strumentale», che, pur essendo assolutamente esatta, e del tutto adeguata a definire la tecnica, anche nella sua evoluzione moderna, tuttavia non ne coglie l'essenza¹¹. Del resto, anche nell'antichità la tecnica rivestiva un ruolo ben più ampio e non ben definito, tale che non è possibile tradurre immediatamente con «arte», e che piuttosto al limite coincide con la cultura tutta. Un campo semantico vasto, e allo stesso tempo elastico, sempre da ridefinire, da stabilire, nonché da analizzare. La radice greca *tek* rinvia al senso del costruire e del lavorare; pertanto non sembra riducibile al solo campo della manualità o dell'arte intesa come artigianato¹². Inoltre, se da un lato la tecnica pare tendere a

¹⁰ Cfr. la voce *Technik*, in J. Ritter, K. Gründer, G. Gabriel (hsg.), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Schwabe Verlag, Basel 1971-2007, p. 42325 (Bd. 10, p. 940): «Τέχνη bezeichnet ein zielgerichtetes, sachgemäßes Können, eine Fertigkeit, Geschicklichkeit oder Kunst (ars)».

¹¹ Cfr. M. Heidegger, *La questione della tecnica*, in *Saggi e discorsi*, tr. it. a cura di G. Vattimo, Mursia, Milano 1985, pp. 5 sg.: «La rappresentazione comune della tecnica, per cui essa è un mezzo e un'attività dell'uomo, può perciò denominarsi la definizione strumentale e antropologica della tecnica. Chi vorrà negare che sia esatta? Essa si conforma chiaramente a ciò che si ha davanti agli occhi quando si parla di tecnica. La definizione strumentale della tecnica è così straordinariamente esatta che vale anche per la tecnica moderna, la quale peraltro viene generalmente considerata, e con una certa ragione, qualcosa di completamente nuovo e diverso rispetto alla tecnica artigianale del passato. Anche una centrale elettrica, con le sue turbine e i suoi generatori, è un mezzo apprestato dall'uomo per uno scopo posto dall'uomo. [...] Quello che è puramente esatto non è ancora senz'altro il vero. Solo quest'ultimo ci conduce in un rapporto libero con quello che ci concerne a partire dalla sua essenza. L'esatta definizione strumentale della tecnica non ci mostra ancora, perciò, la sua essenza.»

¹² J. Ritter, *op. cit.*, p. 42325.

coincidere con la cultura stessa – spesso in contrapposizione alla natura – tale coincidenza assume una strana piega se si considera il legame, già greco, tra τέχνη e μηχανή¹³. Di fatto, già nell’Atene del V secolo si assiste ad un tentativo di tecnicizzazione del mondo¹⁴, che porterà all’organizzazione dei saperi in tecniche specifiche, con la classificazione tipica usata ancora oggi e riconoscibile in quel gruppo di aggettivi col suffisso in *-ica*, per cui si ha una tecnica aritmetica, una retorica, una politica (che in greco sono ἀριθμητικὴ τέχνη, ῥητορικὴ τέχνη, πολιτικὴ τέχνη) e cäs via¹⁵. Ritroviamo dunque quella tendenza della tecnica all’organizzazione globale del mondo – della *Lebenswelt* – che, tuttavia, nella Grecia classica rimane ancora, per così dire, in nuce; non si sviluppa, cioè, nel suo senso moderno di “megamacchina”, sempre ammesso che sia questo il suo senso moderno.

Già Spengler definiva la tecnica come un fenomeno tipicamente moderno, sorto, in quanto problema da analizzare filosoficamente, nel XIX secolo¹⁶. È evidente che, nel frattempo, il senso dell’originario

¹³ Cfr. *ibid.*, p. 42326 (Bd. 10, p. 941): «Sammelbegriffe für die technischen Erfindungen des vortechnischen Zeitalters in Antike und Mittelalter stammen aus den Wortbezirken um μηχανή bzw. “machina” wie auch aus dem Sinnbezirk von “Werkzeug”»

¹⁴ Cfr. *Ibid.*, pp. 42326-7 (Bd. 10, pp. 941-2): «Im Athen des 5. Jh. führt die mit der Demokratisierung einhergehende Ausweitung der Bildung zu einer erweiterten Anwendung des τέχνη-Begriffes auf fast alle Beschäftigungen und zu einer – im griechischen Sinne – ‘Technisierung’ der Lebenswelt»

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ O. Spengler, *Der Mensch und die Technik. Beitrag zu einer Philosophie des Lebens*, C. H. Beck’sche, München 1932, p. 1: «Das Problem der Technik und ihres Verhältnisses zu Kultur und Geschichte taucht erst im 19. Jahrhundert auf.»

termine greco, la τέχνη della definizione aristotelica, mutata o completamente, ha assunto un significato non più riducibile a quella cultura greca che l'aveva visto sorgere. Ciò a cui fa riferimento Spengler è evidentemente qualcosa di diverso dall'arte greca, qualcosa che è sorta solo a partire dal XIX secolo, ovvero dall'industrializzazione. E tuttavia, ancora, deve possedere un intrinseco legame con quella τέχνη greca, che pure, ~~lo visto~~, sembra intrattenere una relazione particolare con la macchina, legame che peraltro è rilevato già dalla definizione strumentale. Ciò che quindi bisogna in primo luogo chiarire, è proprio questa relazione intrinseca, che permane pur nella enorme differenza che passa tra la tecnica come fenomeno moderno e la tecnica greca. Si deve cioè comprendere, in via preliminare, la ragione per cui la τέχνη si evoluta in tal maniera da diventare fenomeno di rilevanza filosofica con i suoi «Verhältnisses zu Kultur und Geschichte».

Eugen Diesel, nel tentativo di definire il campo semantico del fenomeno tecnica, cita diverse definizioni di questa che si sono succedute nella storia. Secondo Ulrich Wendt, «la tecnica può anche essere definita come l'attività dello spirito cosciente che modella la materia ai fini della cultura, ovvero, detto in breve, come

l'organizzazione consapevole della materia»¹⁷. Oppure, secondo Max Schneider, «la tecnica è l'organizzazione, attraverso la manipolazione artigianale, delle forme e delle materie naturali ai fini dell'uomo»¹⁸. Tuttavia, aggiunge Diesel poco dopo, «il termine tecnica non ha avuto affatto lo stesso significato in tutte le epoche», anzi, a seconda delle diverse posizioni filosofiche, scientifiche e storiche, esso ha assunto significati ben diversi, sebbene sempre imparentati tra loro¹⁹, con ciò confermando quanto si andava dicendo poc'anzi: anche Diesel afferma del resto che, nella lingua tedesca, la parola “tecnica” ha assunto il suo attuale significato probabilmente nella seconda metà del XIX secolo, con l'avvento delle macchine e dell'industrializzazione²⁰. La parola greca vuol dire arte, abilità, destrezza, competenza, talento, capacità in parte meccanica, come l'artigianato, in parte intellettuale, come la divinazione o il governo. In particolare essa indica l'elaborazione scientifica della retorica, la grammatica, nonché la teoria poetica. Un altro significato è il lavoro artistico libero, ovvero le belle arti. Infine indica furbizia, artificio, stratagemma, inganno,

¹⁷ E. Diesel, *op. cit.*, p. 10: «Man kann die Technik auch definieren als die Betätigung des bewußten Geistes zur Umgestaltung der Rohstoffe für die Zwecke der Kultur, oder kürzer gesagt, als die bewußte Gestaltung der Materie» (dove non altrimenti specificato, la traduzione è mia).

¹⁸ *Ibid.*

¹⁹ *Ibid.*, p. 11: «Das Wort Technik hat keineswegs in allen Zeitaltern die gleiche Bedeutung gehabt. Je nach der philosophischen, wirtschaftlichen und geschichtlichen Lage weist es sehr unterschiedlichen, wenn auch immer verwandten Sinn auf.»

²⁰ *Ibid.*: «In der deutschen Sprache taucht das Wort “Techink” in der uns heute vorschwebenden Bedeutung wahrscheinlich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit dem allgemeinen Aufkommen der Maschinen und der Industrie auf.»

intrigo, un tiro astuto, e così via²¹. Diesel inoltre individua un legame tra il τέχνον (giovane), che ha la stessa radice di τίχτω (concepire) da cui deriva τέχνη, e il *Degen* (spada) del *Nibelungenslied*, per cui si ha la sequenza semantica: *Knabe* = *Knappe* = *Ritter* = *Held*: nel ragazzo c'è già, in nuce, l'eroe²².

Si nota, già qui, un aspetto inquietante della tecnica, che sarà portato in luce da quella «vena nazionalistica» di parte della *Philosophie der Technik* tedesca che è possibile individuare nel filone iniziato da Walter Rathenau nel 1912, con il saggio *Die Mechanisierung der Welt*²³, per cui la nazione tedesca sarebbe chiamata a farsi carico del compito di «timonare le esuberanze poietiche dell'*homo faber*, dando vita a qualcosa come una *technische Gemeinschaft*», secondo la formula «tecnica + popolo/nazione = cultura (“regno dello spirito”)»²⁴, e che trova la sua espressione più compiuta in Spengler.

E tuttavia converrà soffermarsi ancora un poco sul concetto greco di tecnica, prima di affrontare più da vicino tale questione, pur centrale, onde cogliere appieno il senso di ciò di cui andiamo discorrendo, ovvero «comprendere in che cosa consiste il [...]

²¹ *Ibid.*

²² *Ibid.*

²³ W. Rathenau, *Die Mechanisierung der Welt*, in id., *Zur Kritik der Zeit*, Berlin 1912.

²⁴ A. Cera, *op. cit.*, p. 50.

significato ultimo» della tecnica²⁵, la sua essenza, e con ciò il legame che intercorre tra il fanciullo greco e l'araldo tedesco della meccanizzazione del mondo, e ancora tra questo e la manipolazione biotecnologica del reale. Poiché, pur volendo accettare la tesi, essenzialmente fuorviante²⁶, della neutralità della tecnica, rimarrebbero pur sempre da analizzare criticamente gli aspetti più inquietanti delle sue applicazioni, onde trarne quanto meno un insieme di norme procedurali.

«Nell'antichità, ciò che oggi riassumiamo sotto il concetto di tecnica era così evidentemente intrecciato in tutte le attività dell'uomo, che tale tecnica veniva a fatica percepita come un campo a sé stante o come una potenza, in ogni caso non come è accaduto a partire dal XIX secolo»²⁷. Per gli antichi, in altre parole, la tecnica non

²⁵ E. Zschimmer, *Philosophie der Technik. Vom Sinn der Technik und Kritik des Unsinnns über Technik*, Jena 1914, p. 2, cit. in A. Cera, *op. cit.*, p. 42.

²⁶ Tale tesi è non è mai stata seriamente presa in considerazione, almeno in ambito filosofico. Già Heidegger l'aveva sostanzialmente liquidata: «Restiamo sempre prigionieri della tecnica e incatenati ad essa, sia che la accettiamo con entusiasmo, sia che la neghiamo con veemenza. Ma siamo ancora più gravemente in suo potere quando la consideriamo qualcosa di neutrale; infatti questa rappresentazione, che oggi si tende ad accettare con particolare favore, ci rende completamente ciechi di fronte all'essenza della tecnica.» (M. Heidegger, *La questione della tecnica*, *op. cit.*, p. 5). La neutralità della tecnica è stata ampiamente confutata anche da Anders e già prima da Jünger. A. Pessina, *Bioetica. L'uomo sperimentale*, B. Mondadori, Milano 1999, rileva il carattere deresponsabilizzante, ed essenzialmente fallace, di una simile posizione. Cfr. ancora M. Buiatti, *op. cit.* R. Marchesini, *Post-human. Verso nuovi modelli di esistenza*, Bollati Boringhieri, Torino 2005; U. Galimberti, *Psiche e teche. L'uomo nell'età della tecnica*, in *Opere*, vol. XII, Feltrinelli, Milano 2002. Ancora E. Severino, *Il destino della tecnica*, Rizzoli, Milano 1998, p.1, scrive con forza: « Che la nostra sia l'età della tecnica è una tesi largamente e da tempo diffusa. Ma anche quando si presenta nelle sue forme più alte - ad esempio nella filosofia di Heidegger -, essa stenta a mostrarsi come qualcosa di perentorio e di ineludibile». Sostanzialmente, tale tesi si è rivelata improponibile, almeno da un punto di vista teorico-filosofico, per quanto sembri essere l'impostazione pratica dell'agire tecnico e scientifico odierno. Tuttavia su tale punto converrà ritornare più avanti.

²⁷ E. Diesel, *op. cit.*, p. 39: «Im Altertum war das, was wir heute unter dem Begriff Technik zusammenfassen, so selbstverständlich mit allem Wirken des Menschen verflochten, daß diese

si distingueva dalla pura e semplice attività dell'uomo, o comunque non delineava un campo di analisi filosofica, tale che potesse darsi qualcosa come una filosofia della tecnica. In qualche modo non costituiva problema, non si esplicava, cioè, nella sua forma moderna, come fenomeno peculiare e determinato in maniera tale che, qualora si pronunci il termine «tecnica», è immediatamente evidente ai più ciò a cui ci si riferisce, sebbene magari in maniera impropria o non chiaramente definita.

Tuttavia, l'affermazione di Diesel va sicuramente corretta. Già nell'antichità esiste un'ampia riflessione sulla tecnica e sulle tecniche. Un libro come il *Perì technes*, sebbene sarebbe eccessivo considerarlo un testo di filosofia della tecnica così come la intendiamo oggi, testimonia tuttavia di un interesse teorico, nei confronti dell'argomento, che induce a riconsiderare profondamente l'immagine data da Diesel, un po' affrettata, della posizione della tecnica nella società e nel pensiero greco.

Con l'ascesa del *démos* nell'Atene di Pericle, la tecnica comincia a costituirsi come concetto specifico, e non solo nel senso di un semplice “saper fare”, bensì come forma di cultura, tecnica appunto, che si contrappone alla cultura delle altre classi: «Il V secolo appare

Technik als ein Bereich oder eine Macht kaum in das Bewußtsein des Menschen trat, jedenfalls nicht so, wie das seit dem 19. Jahrhundert der Fall ist.»

[...] il luogo del conflitto e delle svolte. Due atteggiamenti si oppongono fra loro come l'acropoli e l'agorà, il sapere sacro dei sacerdoti e quello profano delle tecniche, come la grande aristocrazia e il *demos* urbano»²⁸.

Se «nella cultura greca più antica le tecniche erano state considerate prerogativa sostanziale degli dei», e quindi «la tecnica non era un prodotto storico», ma qualcosa di simile più a un dono divino che non ad una prerogativa umana, nel corso della storia «il costituirsi di nuove tecniche e nuovi mestieri metteva in discussione la credenza tradizionale che le tecniche fossero un dato originario, come erano originarie le divinità che ne erano portatrici e ne facevano dono agli uomini»²⁹. Lentamente, quindi, e a seguito dell'evoluzione tecnica, in primo luogo, nonché della sempre maggiore diversificazione dei mestieri, si comincia a formare l'idea che la tecnica sia qualcosa di umano, un dato storico: «Lo sviluppo semantico del termine *techne*, documentato dai primi scritti della letteratura greca, presenta un costante allargamento della sua area di significato: un allargamento che dovette procedere parallelo alla progressiva specializzazione dei

²⁸ M. Vegetti, *Alle origini della razionalità scientifica: la classificazione degli animali*, in AA.VV., *Scienza e tecnica nelle letterature classiche*, atti delle Seste Giornate Filologiche Genovesi, 23-24 febbraio 1978, Istituto di filologia classica e medioevale, Genova 1980, p. 13. Per un quadro generale del V secolo cfr. L. Geymonat, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, I, Garzanti, Milano 1970, pp. 64 sgg.

²⁹ G. Cambiano, *Platone e le tecniche*, Laterza, Roma-Bari 1991, pp. 15 sg.

mestieri»³⁰. Già con Senofane, che ribalta la concezione, tipica della Grecia arcaica, di un'età dell'oro, in favore di una visione dell'attività umana volta al progressivo miglioramento, «il termine τέχνη non è più legato a contesti specifici, ma ha assunto il significato formale di ogni operazione diretta da regole»³¹.

Con la scoperta e lo sfruttamento delle miniere d'argento del Laurio, ed il conseguente incremento della produzione navale voluto da Temistocle, la struttura economica di Atene si orientò in direzione di una sempre maggiore specializzazione del lavoro artigianale³². Le commedie di Aristofane testimoniano che, per la fine del V secolo, la crescente specializzazione dei mestieri e dei metodi di produzione in Atene fosse una realtà ormai definita³³. Vi erano leggi contro l'ozio, o che dispensavano il figlio dal fornire alimenti al padre, nel caso in cui questi non gli avesse fatto apprendere un mestiere, o ancora che punivano chi ingiuriava un cittadino per il suo mestiere³⁴.

Questo il contesto socio-economico nel quale collocare storicamente la tecnica greca. Si assiste ad un forte contrasto, dunque: da un lato, nell'ambito sociale e politico, la tecnica aveva una forza e un ruolo determinanti, almeno in Atene e in altre città come Samo –

³⁰ *Ibid.*

³¹ *Ibid.*, p. 19, nota 18.

³² *Ibid.*, pp. 23 sg.

³³ Cfr. V. Ehrenberg, *The people of Aristophanes. A sociology of old Attic comedy*, Blackwell, Oxford 1951.

³⁴ G. Cambiano, *op. cit.*, p. 26.

meno in città come Sparta, più conservatrice; dall'altro è indubbio che, comunque, per tutta l'antichità, e ancora nel medioevo, la tecnica fosse connotata da un giudizio decisamente negativo, al limite del disprezzo, in contrapposizione al sapere umanistico, l'unico che si addicesse all'uomo libero³⁵.

Nella Roma antica, nella cultura alto-imperiale, non mancano le valutazioni positive del progresso e delle invenzioni, in particolare in Seneca e in Vitruvio. Ma, come afferma Gara, «a queste dichiarazioni di principio si affianca sempre la consapevolezza della caducità delle cose umane, della decadenza e della corruzione legate alla concezione ciclica della storia. [...] Alla fede nel progresso scientifico si affiancano la convinzione del regresso morale e un radicato disprezzo per le attività manuali»³⁶. La cultura filosofica era, a Roma come in Grecia, fortemente legata all'etica – si pensi all'allontanamento di Socrate dalla filosofia della natura che lo aveva attratto in gioventù, per dedicarsi unicamente allo studio dell'uomo – tanto da rendere

³⁵ Ancora Vitruvio, ad esempio, per quanto abbia contribuito alle vittorie di Cesare, prestando servizio sotto di lui come ingegnere, non viene mai menzionato dal condottiero, perché appunto l'ingegnere non è altro che un meccanico, poco più che uno strumento. Cfr. a questo proposito E. Pasoli, *Scienza e tecnica nella considerazione prevalente del mondo antico: Vitruvio e l'architettura*, in AA.VV., *Scienza e tecniche nelle letterature classiche*, op. cit., p. 66. Qui, tra l'altro, si dice: «Difficilmente può essere messo in discussione il fatto che relativamente scarsi furono i progressi compiuti dall'antichità in campo scientifico-tecnico, e soprattutto in quello delle applicazioni tecnologiche. [...] da parte del mondo antico non veniva riconosciuto, nell'ambito della società gestita dalle classi dominanti, allo scienziato e al tecnico uno *status* sociale adeguato. Allora come ora la cultura distintiva della "classe agiata" ed emblematica della classe dirigente era considerata quella che oggi si usa definire la cultura umanistica» (pp. 63 sg.).

³⁶ A. Gara, *Tecnica e tecnologia nelle società antiche*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1994, p. 15.

ignobile il lavoro manuale: «La saggezza siede più in alto e non insegna alle mani, ma è maestra degli animi», dirà Seneca³⁷.

Lo stesso Mondolfo, se da un lato ha sottolineato più volte l'insufficienza di interpretazioni che hanno esteso a tutta la grecità il disprezzo per il lavoro, tipico dell'ambiente platonico e aristotelico, mostrando «l'esistenza di una vasta corrente spirituale nel mondo antico che onora il lavoro manuale e le arti meccaniche, riconoscendone l'importanza per la vita dell'uomo e per lo sviluppo della sua stessa civiltà e intellettualità» e come il disprezzo per il lavoro manuale e per le tecniche derivi soprattutto da un atteggiamento classista insito negli stati militaristi «nella loro opposizione alle società e agli stati industriali»; d'altro canto ammette che nell'antica Grecia finì per dominare proprio quel tipo di atteggiamento che opponeva la scienza alle tecniche, derivante, tra l'altro, dalla struttura economica della società greca, schiavistica e dunque sprezzante nei confronti di quelle attività destinate, di fatto, agli schiavi³⁸.

Da un simile quadro, per quanto appena delineato, se ne ricavano informazioni molto preziose, che inducono almeno ad un atteggiamento di cautela nel tentativo di dare un giudizio complessivo

³⁷ Seneca, Lucio Anneo, *Lettere a Lucilio*, 90, 26.

³⁸ R. Mondolfo, *Alle origini della filosofia della cultura*, Il Mulino, Bologna 1956, pp. 125-149. Cfr., al riguardo, P. Rossi, *I filosofi e le macchine. 1400-1700*, Feltrinelli, Milano 2002, pp. 153 sgg.

della posizione della tecnica nell'antica Grecia. Un simile giudizio, del resto, è destinato forse a mancare necessariamente il suo obiettivo, in ragione del fatto che un ente storico, qualunque esso sia, e tanto più un ente idealtipico, o meglio metafisico, come è la tecnica, non è mai connotabile in maniera univoca sul piano della mera storiografia. Non si dà, in altri termini, *una* "tecnica greca", come se essa fosse un oggetto definito e definibile sulla base dell'indagine storiografica. Così come sarebbe ingenuo voler definire in maniera univoca *una* politica greca o *una* filosofia greca, come se fosse possibile fare a meno di distinguere la politica ateniese da quella di Sparta, e ancora la politica platonica da quella pitagorica. È evidente, del resto, che la tecnica, proprio in quanto è inserita nella storia, non è districabile dal suo rapporto con la politica, con la filosofia e con la società. Pertanto si avranno diverse posizioni, tra loro contrastanti, nei riguardi della tecnica, a seconda della posizione politica, sociale e filosofica³⁹. Per Protagora, ad esempio, l'affermazione della tecnica era in primo luogo affermazione del δῆμος, così come l'attacco eleatico alle tecniche

³⁹ Questo è forse, anche, uno dei limiti della riflessione di Heidegger sulla tecnica nell'antica Grecia: l'impressione che se ne ricava è quella che i Greci fossero un popolo unico, immutabile, quasi fuori dal tempo, così come la loro lingua. Il problema è che egli si rivolge sempre ad un'ideale, e probabilmente fantomatica, *greicità*, come se fosse possibile rinvenirne una. Tuttavia, eliminata l'ipoteca di un simile presupposto, peraltro tipico del periodo, le analisi heideggeriane sulla tecnica presso i greci pure presentano spunti di notevole portata, di cui non si può non tener conto.

corrispondeva ad un'impostazione, prima ancora che filosofica, forse, aristocratica⁴⁰.

Ma qualora si interroghi, invece, il pensiero greco nel suo pur mutevole rapportarsi alla tecnica come fenomeno decisivo dell'uomo, senza la pretesa di indicare una qualche definizione univoca della stessa, se ne potrebbero bensì ricavare utili indicazioni, nell'ambito della storia delle idee, al fine di cogliere il diverso declinarsi del concetto di tecnica e, dunque, della sua posizione metafisica attuale. Non si tratta di delineare analogie e differenze tra tecnica antica e tecnica moderna, di per sé, del resto, più che evidenti; piuttosto si tratta di comprendere l'intima connessione tra la tecnica e l'uomo e, cosa che qui è particolarmente importante, quale sia il legame intrinseco tra l'essenza della tecnica e il suo odierno declinarsi in biotecnologia. Converrà allora volgere lo sguardo, più da vicino, al pensiero greco, pur conservando quanto si è acquisito nel breve excursus storico.

Socrate, figlio di artigiani, pare avesse sempre mantenuto un atteggiamento positivo nei confronti delle tecniche, ed anzi proprio attraverso il riferimento ad esse egli poteva fondare la sua concezione della virtù come scienza⁴¹. Nell'*Apologia*⁴², fa riferimento agli

⁴⁰ Cfr. R. Mondolfo, *op. cit.*, pp. 3 sgg. e 20 sgg.

⁴¹ Su tale questione cfr. A. Banfi, *Socrate*, Milano 1963, pp. 88 sgg. e G. Cambiano, *op. cit.*, pp. 61 sgg.

artigiani, come a coloro che, soli, mostrano di avere una qualche conoscenza, sebbene limitata allo specifico campo di competenza, in contrapposizione ai politici e ai poeti. Mentre questi ultimi non sanno nulla di ciò di cui parlano, l'artigiano possiede conoscenze vere su ciò di cui si occupa. Qui si dà una distinzione molto interessante tra τέχνη e ποίησις, o meglio, tra artigiano e poeta: infatti il poeta è chi, per talento, per disposizione naturale, come ispirato dal dio, dice «cose molto belle», senza tuttavia saper nulla di ciò di cui parla; per contro, la creazione dell'artigiano è legata ad una competenza specifica, a una conoscenza del processo che conduce alla realizzazione di un qualcosa. Si nota già qui, in controluce, quella separazione tra arte e tecnica che si è andata sempre più allargando nel corso della storia dell'Occidente e che non si può comprendere se ci si limita a tradurre la parola greca τέχνη con «arte», come pure si continua a fare.

Tale distinzione si fonda, con ogni probabilità, sul passaggio, al quale si assiste già in età classica, dalla verità come manifestazione, ἀλήθεια, ἀποφαίνεσθαι, alla verità come corrispondenza all'oggetto, esattezza. Pertanto all'arte non pertiene la conoscenza vera delle cose, ma solo più l'apparenza della verità.

Tuttavia tale questione non è liquidabile in maniera troppo superficiale. Per Platone – il quale, peraltro, in seguito alla condanna

⁴² Platone, *Apologia di Socrate*, 1, VI-VIII.

socratica, voluta fortemente anche proprio dagli artigiani, ha desunto un atteggiamento più cauto nei confronti delle tecniche, evidentemente passibili di gravi errori⁴³ – si tratta piuttosto di definire precisamente, delimitandolo, il campo delle tecniche e il loro ruolo nella società, distinguendole dalle pseudotecniche (ἐμπειρία e δοξα, in primo luogo)⁴⁴.

Secondo le tesi di Lyons⁴⁵, la parola τέχνη è sempre sostituibile, nei dialoghi di Platone, con ἐπιστήμη, mentre non è vero il contrario. Il principio strutturale del campo semantico di τέχνη deriverebbe, dunque, almeno all'interno dell'opera di Platone, da enunciati contenenti *epistasthai*. Viceversa, il campo semantico di ἐπιστήμη si suddividerebbe in quelli di τέχνη, da un lato, e γνῶσις, dall'altro⁴⁶. Stando a Snell, *gignoskein* sarebbe un termine tipico della filosofia ionica, mentre ἐπιστήμη, che è termine estraneo alla lingua, nonché al pensiero, degli Ioni, sarebbe stato introdotto da Socrate in connessione con il problema del bene e della finalità⁴⁷. Ad ogni modo, ciò che qui interessa in primo luogo, è tale connessione tra τέχνη ed ἐπιστήμη. La tecnica è parte di quest'ultima, è una modalità del conoscere: «Fin

⁴³ Cfr. G. Cambiano, *op. cit.*, p. 65.

⁴⁴ Cfr. su questo punto *ibid.*, pp. 77 sgg.

⁴⁵ J. Lyons, *Structural Semantics. An Analysis of Part of the Vocabulary of Plato*, Publications of Philological Society, Oxford 1963, pp. 169 sg.

⁴⁶ *Ivi*, pp. 177 sg.

⁴⁷ B. Snell, *Die Ausdrücke für den Begriff des Wissens in der vorplatonischen Philosophie*, Weidmann, Berlin 1924, pp. 81 sgg.

dall'*Apologia* emerge chiaramente che il possessore di una *techne* è *epistemon* di essa»⁴⁸.

Nello *Ione*, Socrate tratta più direttamente la questione di cosa sia definibile tecnica, ancora una volta distinguendola nettamente dalla poesia e dal canto. Ione, infatti, viene definito «un declamatore divino di Omero e non un abile tecnico»⁴⁹ proprio in virtù del fatto che egli non ha competenze tecniche, ovvero non ha conoscenza dell'oggetto di cui tratta. Emerge da questo dialogo, dunque, una forte connessione, al limite un'equivalenza, tra τέχνη ed ἐπιστήμη. Lo *Ione* è un dialogo fondamentale per comprendere il senso che assume la τέχνη nell'opera di Platone. In esso la τέχνη è individuata dalla capacità di render conto delle cause e dalla conoscenza dell'oggetto di cui si tratta.

Platone oppone alla τέχνη ἡ ἐμπειρία, quest'ultima «connotata negativamente dall'assenza di un'indagine sulla natura del proprio oggetto e sulla causa delle proprie procedure, sicché non è in grado di renderne conto: essa è *alogon pragma*»⁵⁰. La τέχνη sarà invece «definita, sul piano dei procedimenti, da un'autentica conoscenza e da una indagine sulla natura del proprio oggetto e sulla causa delle proprie operazioni, in modo da poterne dare *logon* e, sul piano della

⁴⁸ G. Cambiano, *I rapporti tra episteme e techne nel pensiero platonico*, in AA.VV., *Scienza e tecnica nelle letterature classiche*, cit., p. 47.

⁴⁹ Platone, *Ione*,

⁵⁰ G. Cambiano, *I rapporti tra episteme e techne*, cit., p. 49.

finalità, dalla considerazione della condizione ottimale (*tò beltiston*) per l'oggetto»⁵¹. Ne consegue, dunque, una stretta connessione tra τέχνη ed ἐπιστήμη che, secondo Cambiano, fino alla fine «hanno continuato a funzionare da sinonimi e a rimanere in tensione reciproca, anche se sul piano dell'elaborazione concettuale esplicita erano poste le basi ontologiche per una considerazione gerarchica e unitaria delle forme del sapere. La tradizione successiva, non sempre accettando questi presupposti ontologici, avrebbe tuttavia tramutato la gerarchia in una vera e propria separazione»⁵². Anzi parrebbe, secondo quanto afferma Snell, che Platone faccia suo l'antico significato di ἐπιστήμη come connessione tra sapere e pratica, declinandolo in chiave socratica, ovvero per mezzo dell'orientamento ad un fine⁵³.

Ma se, da un lato, la τέχνη in realzione con ἐπιστήμη, in quanto essa deve avere conoscenza della natura del proprio oggetto, dall'altro essa non è per nulla scollegata dalla ποίησις, come si potrebbe a tutta prima supporre, in base alle considerazioni fatte da Socrate nei confronti di Ione, nonché nei confronti dei poeti in generale: nel *Simposio*, Platone definisce la ποίησις come «qualcosa di complesso; infatti la causa per cui un qualcosa va dal non essere

⁵¹ *Ibid.*

⁵² *Ibid.*, p. 61.

⁵³ B. Snell, *op. cit.*, pp. 93-94.

all'essere è sempre poesia (creazione), tanto che anche le realizzazioni che provengono da tutte le arti sono esse stesse poesia (creazioni) e i loro artefici sono tutti poeti (creatori)»⁵⁴. È evidente, pertanto, che, ancora in Platone, la τέχνη in stretta relazione con ποιήσις, in quanto produzione. Anzi, la τέχνη è una forma della ποιήσις, poiché essa, come produzione, pone in essere ciò che prima non era.

Aristotele distingue la τέχνη dall'ἐπιστήμη, come diverse forme (disposizioni) con cui l'anima coglie il vero. Di tali disposizioni ne conta cinque: scienza (ἐπιστήμη), arte (τέχνη), saggezza, sapienza, intelletto. È chiaro, a questo punto, che tradurre immediatamente ἐπιστήμη con scienza risulta quanto meno affrettato, così come tradurre τέχνη con arte. L'ἐπιστήμη, in effetti, è definita da Aristotele come «disposizione alla dimostrazione», in quanto ciò di cui si ha ἐπιστήμη è ciò che «non può essere diversamente da quello che è»⁵⁵. Per contro, ciò che può essere diversamente o che può anche non essere, è l'oggetto della τέχνη, in quanto «disposizione ragionata alla produzione»⁵⁶, a sua volta distinta dalla saggezza, intesa come «disposizione ragionata all'azione» (πρᾶξις). La tecnica, pertanto, viene fondamentalmente individuata per mezzo della produzione, ποιήσις. Essa è in relazione all'ἐπιστήμη e alla πρᾶξις come modi

⁵⁴ Platone, *Simposio*, 205b.

⁵⁵ Aristotele, *Etica nicomachea*, VI, 3.

⁵⁶ *Ibid.*, VI, 4.

dell'ἀλήθεια, come «disposizioni attraverso cui l'anima coglie il vero»⁵⁷. «Essa disvela – secondo Heidegger – ciò che non si produce da se stesso e che ancora non sta davanti a noi, e che perciò può apparire e ri-uscire ora in un modo ora in un altro. [...] L'elemento decisivo della τέχνη non sta però nel fare e nel maneggiare, nella messa in opera di mezzi, ma nel disvelamento menzionato. In quanto tale, non però intesa come fabbricazione, la τέχνη è un pro -durre»⁵⁸. Solo in un secondo momento, e in conseguenza di ciò, la τέχνη può assumere anche il senso del fabbricare, del manipolare e del maneggiare, dell'artigianato, insomma. Il senso del termine greco, ancora fino ad Aristotele, era prima di tutto un produrre in quanto manifestazione; conoscenza del vero, dell'ἀλήθεια, come di ciò che pone in essere. Ed in effetti, se non si avesse vera conoscenza di ciò che un'ascia, ad esempio, è, non si potrebbe nemmeno produrre nulla che sia un'ascia, ma solo al massimo qualcosa che assomigli ad essa, mera finzione, μίμησις.

Ma per questa via siamo giunti forse molto vicino al cuore della questione fondamentale che si era andata delineando; e cioè qual è il legame tra la tecnica moderna e questa τέχνη così sintesa, e per quale ragione esse non sono, in definitiva, lo stesso; il che vuol dire: a

⁵⁷ *Ibid.*, VI, 3.

⁵⁸ M. Heidegger, *La questione della tecnica*, cit., p. 10. È noto che Heidegger traduce con disvelamento, disvelare, i termini greci ἀλήθεια, ἀληθεύειν, e con pro-duzione ποίησις.

seguito di cosa si è generata quella frattura tra produzione tecnica e produzione artistica, ovvero tra τέχνη e ποίησις? Per dirla con le parole di Heidegger:

Una volta non solo la tecnica aveva il nome di τέχνη. Una volta si chiamava τέχνη anche quel disvelare che pro-duce la verità nello splendore di ciò che appare. Una volta si chiamava τέχνη anche la produzione del vero nel bello, τέχνη si chiamava anche la ποίησις delle arti belle. [...] Le arti non avevano la loro origine nell'artisticità (*das Artistische*). Le opere d'arte non erano fruite esteticamente. L'arte non era un settore della produzione culturale. Che cos'era l'arte? Cos'era, forse per brevi, ma sommi, momenti della storia? Perché portava il semplice nome τέχνη? Perché era un disvelamento pro-ducente (*her- und vor-bringendes*) e perciò faceva parte della ποίησις. Questo nome fu da ultimo attribuito come specifico a quel disvelamento che governa ogni arte del bello, cioè la poesia (*die Poesie*), il poetico (*das Dichterische*).⁵⁹

A ben guardare, tale distinzione si fonda su un altro cambiamento, avvenuto in seno all'ἀλήθεια, secondo quanto si era già rilevato a proposito dell'*Apologia*. È quando la parola greca viene declinata nel senso della verità, intesa come esattezza della rappresentazione, che si pone necessariamente il distinguo tra una produzione artistica, in quanto estetica, mera μίμησις una produzione tecnica fondata sull'esattezza del modello.

Si dice che la tecnica moderna sia incomparabilmente diversa da ogni altra precedente perché si fonda sulle moderne scienze esatte. [...] quale dev'essere l'essenza della tecnica moderna perché questa

⁵⁹ *Ibid.*, p. 26.

possa orientarsi verso l'utilizzazione delle scienze esatte? Che cos'è la tecnica moderna? Anch'essa è disvelamento. [...] Il disvelamento che governa la tecnica moderna, tuttavia, non si dispiega in un produrre nel senso della ποίησις. Il disvelamento che vige nella tecnica moderna è una pro-vocazione (*Herausfordern*) la quale pretende dalla natura che essa fornisca energia che possa come tale essere estratta (*herausgefördert*) e accumulata.⁶⁰

Mario Vegetti si domanda, a proposito della classificazione degli animali in ambito greco, «come mai dopo i Greci una classificazione basata su aspetti della vita degli animali produce immediatamente un effetto comico?» e aggiunge: «Si tratta [di ricostruire] un percorso della razionalità scientifica greca nella fase della sua costituzione: quel percorso al termine del quale non si possono classificare se non gli animali morti, o meglio gli animali uccisi»⁶¹. Se si estende lo sguardo ad un ambito più generale, si vede bene come la questione che si pone Vegetti è un settore specifico facente capo alla questione più generale posta poc'anzi; e allo stesso tempo appare chiaro come tale razionalità scientifica si sia andata sviluppando nel corso della storia greca, come conquista di un percorso ben specifico, ed in particolare a seguito proprio di quella dialettica, anche polemica, tra scienza e tecnica, che nel V secolo ha avuto il suo acme. «Detienne e

⁶⁰ *Ibid.*, pp. 10 sg.

⁶¹ M. Vegetti, *op. cit.*, p. 10. L'autore fa riferimento all'*Emporio celeste di conoscenze benevoli* di Borges (J. L. Borges, *Altre inquisizioni*, in id., *Tutte le opere*, a cura di D. Porzio, A. Mondadori, Milano 1984, vol. 1), che classifica gli animali in maniera tutt'altro che scientifica, almeno «rispetto agli schemi di ordinamento cui siamo assuefatti». Il motivo per cui tale classificazione risulta tanto strana, secondo Vegetti, consiste nel fatto che essa ordina animali vivi.

Vernant hanno mostrato [...] come dèi, uomini e animali siano legati in tutto un filone del sapere greco dal comune possesso di una dote intellettuale, la *metis*, quell'intelligenza astuta di stampo prometeico che è propria del polipo e della volpe come del politico, del sofista e dell'artigiano. Razionalità marginale e obliqua, questa *metis* che attraversa tutte le fasce del vivente viene messa al bando, con Platone ed Aristotele, dal retto potere del discorso vero, dal *logos* della teoria e della scienza, e decade al rango dell'imbroglio meschino, della furbizia del *trickster*»⁶².

Si potrebbe individuare proprio a cavallo tra il V e il IV secolo uno dei passaggi fondamentali di tale percorso: nella fondazione della medicina come scienza e nella conseguente riflessione che in quel periodo si è sviluppata sulle tecniche. Secondo Cambiano, «la fondazione della medicina doveva prescindere completamente dalle ipoteche eleatiche [...] e per far questo doveva chiarire la propria portata di tecnica. Il nucleo centrale del problema consisteva nel reperimento di criteri capaci di fondare l'esistenza della medicina come tecnica e in un preliminare approfondimento metodologico del termine “tecnica”»⁶³.

⁶² *Ivi*, p. 13.

⁶³ G. Cambiano, *Platone e le tecniche*, cit., p. 35

Il *Perì technes*, scritto con ogni probabilità in ambiente ippocratico⁶⁴, si fa carico appunto di un simile compito, approfondendo la riflessione su cosa sia tecnica, e quali siano le caratteristiche che deve possedere per fondarsi in maniera autentica. In esso, l'autore si distanzia fortemente dalla concezione eleatica dell'essere, allo scopo di affermare l'esistenza della tecnica: piuttosto che venir inteso nel senso di una totalità autosufficiente, «qui l'essere è l'essere di un ente fra molti, il quale deve essere qualificato in base alla visibilità dell'*eidos* che lo caratterizza»⁶⁵. Sin da subito, dunque, la questione della tecnica appare assolutamente intrecciata con la questione dell'essere. A tutta prima, questo aspetto della tecnica genera non pochi problemi. Perché mai l'autore del *Perì technes* deve affrontare in primo luogo la questione dell'essere? In che relazione sono tecnica ed essere?

Nella concezione eleatica dell'essere la tecnica non trova posto⁶⁶: dal momento che l'essere viene concepito come immutabile e immobile, non divisibile, necessitato, in sé conchiuso, la tecnica non ha ragione di sussistere in quanto non può, di fatto, agire sull'essere. L'attacco più esplicito alle tecniche viene mosso da Melisso di Samo,

⁶⁴ Cfr., per un approfondimento sull'argomento e per una collocazione dell'opera nel contesto storico-culturale, M. Vegetti, *Technai e filosofia nel «Perì technes» pseudo-ippocratico*, «Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino», 98, 1964.

⁶⁵ G. Cambiano, *Platone e le tecniche*, op. cit., p. 36.

⁶⁶ *Ivi*, pp. 20 sgg.

discepolo di Parmenide. Egli nega la possibilità che l'essere possa crescere, mutare o provare dolore, in quanto unità omogenea; e, di conseguenza, nega che una possibilità possa mutarsi in un'altra. In particolare, l'essere non può che essere sano e non può provare dolore. L'attacco diretto è quindi rivolto alla medicina, che in quanto tale, non ha ragione di sussistere, poiché non è data all'essere la possibilità di essere malato, e di conseguenza non necessita di una cura che lo riporti ad uno stato di salute. La stessa critica è ovviamente estendibile a qualunque tecnica che agisca sul reale, e che modifichi l'essere a partire da uno stato negativo e in vista di un certo scopo. L'essere parmenideo sfugge alla possibilità dell'azione tecnica. Proprio per questo, la successiva riflessione metodologica sulla medicina, e sulla tecnica in generale, tenterà di fondare la possibilità di questa proprio a partire da una revisione dell'essere parmenideo. L'essere sarà dunque molteplice, in primo luogo, e mutabile. Per l'autore del *Perì technes* «l'essere è, ma non è più l'essere eleatico come totalità autosufficiente che non ha bisogno di criteri che ne garantiscano l'esistenza»⁶⁷.

Si tratta qui di un passaggio fondamentale, una vera rivoluzione copernicana, che non dovrebbe essere preso troppo alla leggera. È evidente che qui sono in gioco due concezioni dell'essere diametralmente opposte: il passaggio dall'una all'altra non può non

⁶⁷ *Ivi*, p. 36.

essere gravido di conseguenze. Ed è forse proprio questo il nocciolo della questione che si era andata delineando nel corso dell'analisi: qual è il tratto che caratterizza in maniera univoca la tecnica – qual è l'essenza della tecnica – tanto di quella antica, quanto di quella moderna e al di là dello statuto sociale che la investe a seconda del contesto storico.

Sarà bene, dunque, analizzare più da vicino il senso che l'essere riveste nel pensiero parmenideo, e di conseguenza quale concezione dell'essere si afferma a seguito della fondazione ippocratica delle tecniche.

In primo luogo, occorre distinguere l'Essere di Parmenide dall'interpretazione che ne danno i suoi discepoli. Parrebbe, in effetti, che Parmenide sia stato letto sin dall'antichità alla luce della filosofia che fu sviluppata dai suoi epigoni, e quindi, di fatto, in maniera sostanzialmente distorta⁶⁸. In particolare, in Parmenide non si dà opposizione netta tra Verità e *doxa*, né quindi tra Essere e apparire. Così come, nel mito, non si dà scissione tra la Luce e la Notte, e così come la Dea si rivela nella molteplicità dei nomi che si

⁶⁸ G. Reale, *Un Parmenide nuovo*, in Parmenide, *Sulla natura. I frammenti e le testimonianze indirette*, a cura di G. Reale, Rusconi, Milano 1991, p. 11: «Lo stesso Platone, e gli altri antichi con lui, lessero quindi Parmenide con gli occhi della sua scuola, ossia lessero il Poema *Sulla natura* non con gli occhi del primo Eleate, ma con gli occhi dei suoi discepoli». L'autore aggiunge poi, poco dopo, che «si potrebbe dimostrare che le conseguenze cui portava la dottrina di Parmenide erano proprio quelle tratte dai discepoli. Tuttavia, se si vuole ricostruire la vera immagine del Maestro, non si deve dare a ciò che hanno detto gli epigoni quel peso determinante e decisivo che si è invece dato ad essi». Per un quadro introduttivo cfr. anche G. Reale, D. Antiseri, *Storia della filosofia dalle origini a oggi*, I, Bompiani, Milano 2008, pp. 91-99.

contrappongono, ma non si escludono, e che anzi rivelano un'intima unità; così anche l'Essere non esclude il divenire, l'apparenza, il molteplice, ma anzi in essi si manifesta, e questi trovano nell'Essere il loro fondamento ultimo.

Parmenide costituisce un momento unico nella storia della filosofia, un momento di equilibrio e di giuntura che non si ripeterà mai più. In contrasto con la filosofia ionica, egli recupera il linguaggio mitologico in perfetto equilibrio con quello filosofico⁶⁹: nel suo poema, *μῦθος* e *λόγος* si intrecciano, fanno tutt'uno, dando vita ad una forma di filosofia come mito-logia che si oppone alla tendenza della filosofia greca ad assorbire e negare, nel *logos*, l'elemento mitico, inteso come irrazionale, e che guarda alla religiosità preolimpica, alla Grande Dea dai molti nomi del mondo preellenico mediterraneo, la madre di Prometeo, «Themis e Gea, una forma per molti nomi»⁷⁰, come all'equivalente mitico di ciò che, nel linguaggio del *logos*, è detto Essere⁷¹. Quindi, se sul piano del mito la Dea si manifesta nella molteplicità dei nomi che si riconducono tutti all'unità e lì trovano il loro fondamento, sul piano del *logos* l'Essere si mostra nella molteplicità delle manifestazioni che appunto nell'Essere stesso

⁶⁹ Cfr. L. Ruggiu, *L'altro Parmenide*, in G. Reale, *op. cit.*, pp. 21 sgg. e in particolare p. 22 e p. 27.

⁷⁰ Eschilo, *Prometeo incatenato*, 209 s., in Eschilo, *Le tragedie*, a cura di M. Centanni, Mondadori, Milano 2007.

⁷¹ Per un approfondimento sulla figura della Grande Dea all'interno del Poema, nonché sul senso che il mito assume in Parmenide, cfr. il commento al fr. 1 in L. Ruggiu, *Commentario filosofico al poema di Parmenide «Sulla natura»*, in G. Reale, *op. cit.*, pp. 165 sgg. e pp. 182-193.

trovano il loro fondamento e che a un tempo ne sono l'affermazione. Questo implica che in Parmenide non vi è un'opposizione tra Essere e apparire, né che l'Essere si pone in una dimensione trascendente rispetto al mondo, ma anzi è presente in tutto, non vi è nulla fuori dell'Essere: «Così come i molti nomi non fanno altro che manifestare l'essenza unitaria della Daimon, e non sono altro che aspetti – forme di apparizione – a partire dai quali si può cogliere la stessa natura della Daimon, del παρὶν δοκοῦντα sono manifestazione del cuore della Verità, ovvero lo stesso reale – Essere – nella gloria della sua manifestazione; nello stesso tempo, il cuore costituisce la manifestazione nel suo profondo»⁷².

Ruggiu sottolinea a più riprese che le uniche alternative possibili, in Parmenide, sono le due vie che dicono *è* e *non è*. Non si dà alcuna terza via come intermediaria tra le due: «La *krisis* sussiste solo fra *è* e *non è*: nessuna *via mediana* è possibile. Il che significa che non sussiste alcun contenuto (determinazione reale) che non si collochi o nell'una o nell'altra alternativa»⁷³. Le vie sono quelle espresse dalla Dea nel fr. 1⁷⁴:

... Bisogna che tu tutto apprenda:
e il solido cuore della Verità ben rotonda
e le opinioni dei mortali, nelle quali non c'è una vera certezza.

⁷² L. Ruggiu, *op. cit.*, p. 36.

⁷³ *Ibid.*

⁷⁴ Parmenide, *Sulla natura*, cit., fr. 1, vv. 28 sgg.

La prima via è quella che dice «“è” e che non è possibile che non sia [...] l’altra che “non è” e che è necessario che non sia.»⁷⁵

La cosiddetta terza via è data dalla successiva affermazione della dea:

Eppure anche questo imparerai: come le cose che appaiono
Bisognava che veramente fossero, essendo tutte in ogni

[senso].⁷⁶

Questo momento, secondo Ruggiu (che utilizza al proposito volutamente il termine “momento”, anziché “via”, proprio per sottolineare il fatto che non vi sono che due sole vie possibili) deve necessariamente collocarsi all’interno di una delle due, e quindi essere o vero o falso. Senza addentrarci in un’analisi dettagliata della questione, ci limitiamo a riportare le conclusioni a cui è giunto Ruggiu⁷⁷, che afferma: «il terzo aspetto annunciato dall’*eppure* (ἀλλ’ ἔμνης) costituisce parte integrante del primo (Verità); se ne distingue solo in quanto espressione della “verità dell’apparire”. Insomma, mentre il *cuore della Verità ben rotonda* costituisce l’acquisizione del senso ultimo del reale nella sua valenza normativa e fondante, ὅτ δοκοῦντα significano questa stessa Verità in quanto essa si esprime e

⁷⁵ *Ivi*, fr. 2, 3 sgg.

⁷⁶ *Ivi*, fr. 1, 31 sg.

⁷⁷ Cfr., anche per un approfondimento del dibattito in proposito, oltre che il saggio introduttivo di Ruggiu, il suo commentario al fr. 1, in *Parmenide*, *op. cit.*, in particolare pp. 194 sgg. e 200 sgg. Cfr. inoltre, dello stesso autore, *Parmenide*, Marsilio, Venezia-Padova 1975. Per la discussione critica delle interpretazioni E. Zeller, R. Mondolfo, *La filosofia dei Greci nel suo sviluppo storico*, Parte prima, vol. III: *Eleati*, a cura di G. Reale, La Nuova Italia, Firenze 1967.

si manifesta nell'apparire e nei suoi contenuti (esperienza)⁷⁸. Pertanto si può dire che «Parmenide non nega il molteplice, e quindi tanto meno lo assimila al nulla. [...] L'Essere parmenideo è il *trascendentale*, non il trascendente. L'Essere perciò *si pone come ciò in relazione al quale le cose esistono come quel determinato modo di essere di ciò che è non-nulla*»⁷⁹.

Stando a questo, dunque, l'errore dei mortali contro cui mette in guardia la Dea, non può consistere nel fatto che essi danno credito all'apparenza. Dire questo equivarrebbe a collocare Parmenide sul terreno di un improbabile platonismo *ante litteram*, in una dicotomia tra mondo vero e mondo apparente che è proprio, semmai, quanto Parmenide cerca di combattere: l'errore dei mortali consiste proprio nel fatto che essi vedono nel divenire molteplice, nell'apparenza, il non-essere, senza che essi si rendano conto dell'assurdità di una tale impostazione e senza vedere, in questo stesso divenire, il segno tangibile dell'Essere. Reale afferma, al proposito: «l'errore dei mortali consiste nell'interpretare i fenomeni ponendosi sulla via che dice “non è”, credendo nel non-essere; il riguadagno della Verità consiste nell'interpretare i fenomeni mettendosi sulla via che dice “l'essere è, e non può non essere”, e ricollocandosi quindi nella casa dell'essere».

⁷⁸ L. Ruggiu, *L'altro Parmenide*, cit., p. 38.

⁷⁹ *Ivi*, p. 58.

Questo, e non altro, sarebbe «il messaggio essenziale e ultimativo del Poema di Parmenide»⁸⁰.

Si comprende meglio il senso di questo messaggio leggendo direttamente le parole della Dea, che nel fr. 8 afferma:

[I mortali] stabilirono di dar nome a due forme

L'unità delle quali per loro non è necessaria: in questo essi si

[sono ingannati.

Le giudicarono opposte nelle loro strutture, e stabilirono i

[segni che le distinguono [...]]⁸¹

I mortali, dunque, operano in direzione di una riduzione dicotomica della molteplicità degli aspetti visibili del reale⁸². Essi distinguono tra Luce e Notte, «l'etereo fuoco della fiamma» e «la notte oscura, di struttura densa e pesante»⁸³, assegnando all'uno l'Essere, all'altra il non-essere, ed introducendo quindi nel divenire, e nella stessa «casa dell'essere», il nulla, non avvedendosi che «tutto è pieno ugualmente di luce e di notte oscura»⁸⁴. Poiché, come spiega ancora Ruggiu, «l'errore non consiste nell'accettare il molteplice e quindi nell'assumere due potenze come principio di spiegazione della φύσις, bensì nel non aver saputo introdurre il fondamento unitario (μία) al quale le due potenze (τῶν) si riconducono. Questo principio unitario non annulla il molteplice, e quindi la coppia di opposti che ne

⁸⁰ G. Reale, *Un Parmenide nuovo*, cit., p. 14.

⁸¹ Parmenide, *op. cit.*, fr. 8, 53 sgg.

⁸² Cfr. L. Ruggiu, *L'altro Parmenide*, cit., p. 68.

⁸³ Parmenide, *op. cit.*, fr. 8, 56 e 8, 59.

⁸⁴ *Ivi*, fr. 9, 64.

costituisce la spiegazione, bensì si pone come fondamento ultimo degli opposti»⁸⁵.

I mortali dunque procedono dando nomi alle forme, alle manifestazioni visibili dell'Essere, e in base al loro aspetto visibile le separano reciprocamente, ponendole come contrarie e determinandone, di conseguenza, i principi stessi come opposti, l'uno dei quali cade nel non-essere. Il risultato è dunque che una porzione di nulla viene, per questa via, inserita nel divenire: «i mortali scindono e contrappongono potenze opposte, all'interno dell'Essere, come se esse valessero in forma contraddittoria e di esclusione reciproca. In questo modo, essi vengono a trattare una delle due forme, che pure appartiene all'Essere, come espressione del nulla»⁸⁶. I mortali, dunque – ed in questo necessariamente errano – vedono nel divenire un miscuglio di essere e nulla, mentre l'Essere finisce con l'allontanarsi dalla molteplicità dell'apparire che pure, nell'ottica parmenidea, non è che il manifestarsi dell'Essere stesso. Da questo punto di vista, diventa precluso, ai “mortali”, l'accesso all'Essere parmenideo, che per l'appunto è per lo più frainteso come un concetto vuoto, freddo, immobile, scisso dal divenire del mondo reale.

⁸⁵ L. Ruggiu, *L'altro Parmenide*, cit., p. 69.

⁸⁶ *Ibid.*

L'errore dei mortali consiste dunque, in buona sostanza, nel fatto che «la differenza fenomenologica viene scambiata con una differenza ontologica»⁸⁷.

Così pure nella dialettica presenza-assenza che costituisce, in ultima istanza, il processo del divenire, è possibile osservare questo errore dei mortali, i quali identificano, per l'appunto, l'Essere con la presenza, relegando di conseguenza l'assenza sul lato del nulla. Nel fr. 4 Parmenide combatte proprio una tale impostazione:

Considera come cose che pur sono assenti, alla mente siano

[saldamente presenti;

infatti non potrai recidere l'essere dal suo essere congiunto con

[l'essere,

né come disperso dappertutto in ogni senso nel cosmo,

né come raccolto insieme.

Secondo Ruggiu il fr. 4 riveste un ruolo centrale all'interno del Poema, fungendo da cerniera e da chiave interpretativa. In esso, Parmenide non intende negare il processo del divenire, come vorrebbe una certa tradizione interpretativa, piuttosto egli mira a fondare la verità del mutamento stesso in seno all'Essere, in quanto appunto ciò che si sottrae all'interno di questo processo, non cade nel nulla, bensì permane nell'Essere: il divenire non è dato da un diventar nulla di ciò che era prima o da un provenire dal nulla di ciò che ora si dà come presente. Piuttosto, sia le cose presenti, sia le cose assenti, le vicine

⁸⁷ *Ivi.*, p. 72.

quanto le lontane, *sono* ugualmente, altrimenti non potrebbero essere mai, né mai potrebbero essere state⁸⁸. «Dunque, il processo viene interpretato e tradotto non più in termini di nascita morte, venire all'Essere andare nel nulla, bensì in rapporto a due modalità differenti di presenza»⁸⁹.

La dicotomia tra coppie di opposti attraverso cui è interpretato il reale (Luce-Notte, vita-morte, salute-malattia, caldo-freddo, e così via) pone uno dei due momenti come potenza del negativo, creando dunque una scissione in seno allo stesso Essere. Ed è proprio sulla base di questa scissione che il reale stesso viene scisso in verità e apparenza, come se appunto nel manifestarsi del mondo non vi sia pur sempre l'espressione dell'Essere. Sembrerebbe quasi che tutti i fraintendimenti di Parmenide, o se si vuole le sue aporie, non nascano se non dal pregiudizio dei “mortalì” che lo leggono pur sempre a partire da quegli assunti contro cui egli mette in guardia. «La δύναμις è espressione della φύσις come forza e potenza immanente di crescita e di sviluppo. Ogni cosa ha una propria δύναμις φύσις. L'Essere e l'apparire della cosa stessa per un verso si fondono e per altro verso sono espressione della δύναμις della cosa stessa. La totalità degli enti a livello dell'apparire diviene così espressione dell'Essere». In

⁸⁸ Cfr. L. Ruggiu, *Commentario*, cit., pp. 240 sgg.

⁸⁹ *Ivi*, p. 247.

Parmenide, la potenza viene posta come sintesi di forze fra loro opposte e tuttavia operanti insieme in vista di un medesimo fine, la costituzione della totalità delle cose. [...] Ogni cosa risulta dall'equilibrio delle due forze»⁹⁰.

Piuttosto che negare valore al processo del divenire e al mondo fenomenico, Parmenide non fa altro che tentare di ricollocare questo stesso mondo e questo stesso processo «nella casa dell'essere».

A questo punto sembra che si possano fare tre ordini di considerazioni:

1. Heidegger ha sicuramente ragione quando afferma che Parmenide ed Eraclito hanno detto, in sostanza, lo stesso. La canonica opposizione tra la dottrina del divenire eraclitea e la dottrina dell'Essere eleatica non è, in definitiva, che una schematizzazione didattica, a posteriori, che interpreta il divenire «con le idee di un darwiniano del XIX secolo»⁹¹. In ogni caso, come la dottrina di Eraclito non implica che tutto sia nulla, a meno di non interpretarla sulla base del pregiudizio che il divenire sia nulla, così l'essere parmenideo non implica l'assenza del divenire, a meno di non interpretare l'essere, pregiudizialmente, come altro rispetto al divenire. D'altra parte va probabilmente rivista l'affermazione di

⁹⁰ *Ibid.*

⁹¹ M. Heidegger, *Introduzione alla metafisica*, tr. it. G. Masi, Mursia, Milano 1990, p. 107.

Heidegger secondo cui «“Essere” significa, in fondo, per i Greci: presenza (*Anwesenheit*)»⁹². È indubbiamente vero che l’Essere coincide con la presenza, almeno sulla scorta delle considerazioni fatte fin qui; ovvero non vi è trascendenza, per cui il manifestarsi delle cose sarebbe altro rispetto ad un Essere trascendente, appunto. Tuttavia, se questo è vero senz’altro in Parmenide, non pare si possa estendere tale discorso ai Greci in generale: anzi, parrebbe che Parmenide ammonisca i “mortalì” proprio in questo senso. E dunque si deve dedurre che già per i Greci si andava perdendo quella immediata connessione tra l’essere di una cosa e il suo apparire, il suo darsi a vedere, l’*εἶδος*; tanto che appunto l’*εἶδος*, l’*ἰδέα*, finirà con l’assumere il significato di sostanza immateriale, non percepibile ma unicamente intelligibile, qualcosa che, appunto, non si dà a vedere, almeno non con i sensi⁹³. Nella dicotomia tra presenza e assenza, essendo stata

⁹² *Ivi*, p. 71.

⁹³ Su questo tema risulta molto proficua la considerazione svolta in G. Reale, *Introduzione generale al pensiero di Platone*, in Platone, *Tutti gli scritti*, a cura di G. Reale, Bompiani, Milano 2000, p. XXV: «Il termine “idea”, [...] specialmente nell’ambito della filosofia moderna, ha assunto un significato ben distinto da quello che Platone dava ad esso. Noi moderni, infatti, per “Idea” intendiamo un pensiero, un concetto, una rappresentazione mentale, ossia qualcosa che rientra nella sfera psicologica e noologica. Platone, invece, per “Idea” non intendeva affatto qualcosa che si risolvesse in un *ens mentis*, bensì *ciò a cui* mira il pensiero quando pensa, *ciò* senza cui il pensiero non potrebbe pensare. In breve, l’Idea platonica *non è un pensiero, ma un essere*, tanto che la indica espressamente anche con il termine *ousia*, e la qualifica come *essere che veramente è*». Attraverso questo passaggio si può comprendere come l’*eidos*, *ciò* che si dà a vedere, viene declinato platonicamente come un essere che veramente è, l’essenza della cosa, per poi finire con l’essere considerato, attraverso la lunga storia che giunge fino a «noi moderni», come concetto – il che equivale a dire che, se inizialmente l’essere che veramente è si mostra nella presenza, dopo Platone (ma non con lui, si può aggiungere), la stessa verità di un ente, la sua struttura metafisica, è ormai sganciata dall’originario riferimento dell’idea alla presenza, per trovare il proprio terreno, piuttosto, nel pensiero: la verità diventa dunque qualcosa di diverso dal mostrarsi dell’essere, e qualcosa che pertiene piuttosto al *logos* umano che interroga l’essere e lo spinge a rivelarsi – qualcosa di nascosto.

quest'ultima posta dai mortali sul lato del nulla, per dar ragione di un tale nulla si è dovuta introdurre necessariamente la dicotomia tra Essere e apparenza, tanto che l'εἶδος, per esser vero, dovrà essere scollegato dall'apparire, ciò che Parmenide aveva evitato proprio con il porre tutto ciò che è nella casa dell'Essere e nel definire l'assenza una diversa modalità della presenza – ovvero dell'Essere. Insomma, verrebbe quasi da dire, se non fosse forse troppo azzardato, che, laddove si voglia parlare di «oblio dell'essere», si dovrà altresì ammettere che esso ha preso l'avvio proprio a partire dai Greci, se non prima. Se così non fosse, non si spiegherebbero i tanti fraintendimenti cui fu soggetto Parmenide già presso i suoi contemporanei.

2. Sulla base delle considerazioni svolte, si può a questo punto volgere nuovamente lo sguardo ai discepoli di Parmenide, che avrebbero particolarmente insistito sul monismo della dottrina parmenidea e, ad onta del maestro, avrebbero negato qualsiasi valore alla *doxa*⁹⁴. Si potrebbe certamente dimostrare, secondo Reale, che «le conseguenze cui portava la dottrina di Parmenide erano proprio quelle tratte dai suoi discepoli»⁹⁵ e tuttavia tali conseguenze non sono esplicitate dallo stesso Parmenide. Ad ogni modo, è possibile rileggere le posizioni degli epigoni, in particolar modo di Zenone e Melisso,

⁹⁴ Cfr. G. Reale, *Un Parmenide nuovo*, cit., pp. 11 sg.

⁹⁵ *Ivi*, p. 12.

sulla base di quanto si è visto finora. Appare allora più chiaro l'attacco di Melisso contro la medicina, così come risultano meglio interpretabili i famosi paradossi di Zenone: assunto che per Parmenide non vi sia l'opposizione tra Essere e divenire che gli è stata attribuita e a meno di non voler ammettere che i suoi discepoli diretti abbiano stravolto questa posizione, fraintendendo il maestro allo stesso modo dei "mortalì", non è possibile scorgere in loro una negazione della realtà apparente, bensì piuttosto un tentativo di mettere in crisi l'irragionevole *doxa* dei mortali. Così, se l'intenzione di Zenone, lungi dal voler dimostrare l'inesistenza del movimento, è stata quella piuttosto di dimostrare l'infondatezza delle opinioni secondo cui lo spazio e il tempo sarebbero infinitamente divisibili (tanto per fare l'esempio dei paradossi, come quello celebre di Achille e la tartaruga, riguardanti il movimento)⁹⁶; quella di Melisso⁹⁷ sarebbe non tanto di voler dimostrare l'inesistenza della malattia, bensì l'infondatezza dell'opinione secondo cui la malattia sarebbe altro dall'essere e che quindi si possa agire *sull'*essere per riportarlo ad uno stato di salute, come se appunto non facesse parte dell'essere la stessa malattia. Ovviamente, non è possibile qui approfondire queste intuizioni, che hanno in questa sede l'unico scopo di mettere maggiormente a fuoco

⁹⁶ Zenone di Elea, *Testimonianze e frammenti*, in G. Reale (a cura di), *I Presocratici. Prima traduzione integrale con testi originali a fronte delle testimonianze e dei frammenti nella raccolta di Herman Diels e Walther Kranz*, Bompiani, Milano 2006.

⁹⁷ Melisso, *Testimonianze e frammenti*, in G. Reale (a cura di), *I Presocratici*, cit.

la disputa eleatica nei confronti delle tecniche e di calcolare dunque, per quanto possibile, la distanza che passa tra l'essere parmenideo e l'essere del *Perì technes*.

3. Tale distanza appare, ora, abbastanza ampia – tanto, si spera, da giustificare gli sforzi fatti fin qui. La concezione dell'essere che è alla base della filosofia della tecnica successiva a Parmenide, risulta, di fatto, costruita per contrasto rispetto a quella parmenidea. Si potrebbe dire che ne costituisce l'esatto opposto. Un'utile strumento per misurare tale distanza è offerto dalla critica che Aristotele muove agli Eleati nel *De caelo*⁹⁸:

Alcuni di quei filosofi soppressero per intero la generazione e la corruzione: infatti dicono che nessuno degli esseri né si genera né si corrompe, ma che solamente a noi sembra così, come ad esempio Melisso, Parmenide e i loro seguaci [...]. Quei filosofi, dunque, poiché non ammettono l'esistenza di alcun altro essere oltre la sostanza sensibile, e poiché, d'altra parte, per primi pensavano che esistessero realtà immobili, se doveva esserci una conoscenza ed una intelligenza, trasferirono in tal modo alle cose sensibili ragionamenti che derivano da quelle.

La critica di Aristotele muove quindi dal fatto che Parmenide, ritenendo che l'unica realtà sia quella sensibile – il che conferma quanto detto sulla coincidenza, in Parmenide, tra Essere e presenza – avrebbe attribuito a tale realtà le caratteristiche che dovrebbero più propriamente spettare unicamente alla realtà intelligibile. Come nota

⁹⁸ Aristotele, *Il cielo*, III 1, 298b 14.

Ruggiu⁹⁹, tale critica assume implicitamente il punto di vista aristotelico secondo cui realtà intelligibile e realtà sensibile sono da distinguere, quanto era appunto ciò che Parmenide tentava di negare. Per questa via, secondo Aristotele, Parmenide finisce col negare validità alla realtà sensibile, riducendola inevitabilmente alla realtà intelligibile: «questa realtà viene negata non in quanto nulla, ma in quanto “eccessivamente” Essere, ovvero in quanto “solo” Essere, e non anche nulla»¹⁰⁰. Il problema è che Aristotele presuppone già proprio ciò che Parmenide nega, ovvero la dicotomia tra mondo apparente e mondo intelligibile, nonché la presenza del nulla all'interno del divenire. L'essere aristotelico è, insomma, già l'essere così come si era andato delineando nel corso della riflessione ippocratica sulla tecnica: l'essere del *Perì technes*. Un essere per certi versi debole, comunque non assoluto, non *μοναχῶς*, che prevede, nella sua casa, la presenza del nulla, o quanto meno la possibilità del divenir nulla e del provenire dal nulla delle cose, un essere che è solo più l'essere di un ente fra molti e che va pertanto, di volta in volta, definito in base a criteri specifici. Contemporaneamente si apre lo spazio di quel divario tra essere (in senso forte) e mondo delle apparenze, tra mondo intelligibile e mondo sensibile, tra verità e

⁹⁹ Cfr. L. Ruggiu, *Commentario*, op. cit., pp. 202 sgg.

¹⁰⁰ *Ibid.*, p. 203.

fenomeno, che si è visto già in Platone, ma anche in Aristotele, e che risulta infondato nell'ambito del pensiero parmenideo, dove «le cose che appaiono bisognava che veramente fossero, essendo tutte in ogni senso», tutte legate da un vincolo di ferrea necessità, che è a un tempo intelligibilità: l'Essere.

È qui, forse, che si deve guardare se si vuol cogliere il *quid* della tecnica, ovvero null'altro che un particolare modo attraverso cui l'uomo si relaziona all'essere: abbandonato il terreno di un Essere assoluto, attraverso la tecnica l'uomo si è incamminato sulla via di una relazione discreta con l'essere delle cose, lasciando al mistico e all'artista il problema di dialogare con un essere divenuto ormai distante, trascendente e ideale.

1.3 – Sulla tecnologia.

Se dunque la tecnica è questa relazione dell'uomo all'essere delle cose, relazione di verità che, con la tecnica moderna, si configura come un disvelamento che «pro-voca – per usare la nota terminologia heideggeriana – le energie della natura» nel senso che «promuove in quanto apre e mette fuori» e che «rimane fin da principio orientata a promuovere, cioè a spingere avanti, qualcosa d'altro verso la massima utilizzazione con il minimo costo»¹⁰¹; se la tecnica è questa relazione discreta con l'essere delle cose, tenute insieme, ancora secondo Deleuze, da quella normatività del *logos*, da cui provengono, da un lato, «la metafisica come teoria della rappresentazione e la dialettica come rappresentazione-in-movimento»¹⁰², e che dall'altro discende direttamente da quella originaria differenza del negativo, quella differenza unica che è il dualismo «tra materia e spirito, o tra essere di Dio ed essere delle creature, tra realtà e apparenza, *essere e non essere*»¹⁰³; se la tecnica, insomma, si installa su questo terreno, alla tecnologia apparterrà, evidentemente, un terreno contiguo, in parte sicuramente sovrapponibile, ma non riducibile a quello.

¹⁰¹ M. Heidegger, *La questione della tecnica*, cit., p. 11.

¹⁰² G. Fornero, S. Tassinari, *Le filosofie del Novecento*, B. Mondadori, Milano 2006, vol. 2, p. 1163. (Il testo di Deleuze a cui si fa qui riferimento è G. Deleuze, *Differenza e ripetizione*, tr. it. G. Guglielmi, Raffaello Cortina, Milano 1997).

¹⁰³ *Ibid.* (corsivo mio). Il riferimento a Deleuze, in questo contesto, appare utile a confermare, in qualche modo, ciò che si diceva a proposito dell'essere parmenideo.

In primo luogo, si dovrà rilevare l'ovvio: il termine "tecnologia" è costituito dall'accorpamento di *techne* e *logos*. Il suffisso, come in tutte le parole del genere, ha il significato, in primo luogo, di "studio", "ricerca", "teoria" (come in "archeologia", "zoologia", "biologia" etc.) oppure di "discorso", "espressione" (come in "analogia" o in "tautologia"), ricalcando, dunque, la duplice accezione del termine greco.

La tecnologia è, nella sua accezione più generica, lo studio della tecnica e delle sue applicazioni¹⁰⁴. Abbagnano ne dà la seguente definizione: «lo studio dei procedimenti tecnici di un determinato ramo della produzione industriale o di più rami»¹⁰⁵. D'altra parte, per contro, la tecnologia può essere definita anche come «l'impiego di conoscenze scientifiche in procedimenti diretti a scopi pratici nella sfera della produzione, dei trasporti, delle comunicazioni, dei servizi, dell'educazione e della distribuzione»¹⁰⁶. Sotto un altro riguardo, la tecnologia può essere considerata come «la totalità delle tecniche praticate da una popolazione»¹⁰⁷, secondo un taglio più antropologico ed etnologico.

¹⁰⁴ Cfr., ad esempio, la voce "tecnologia" in N. Zingarelli, *Vocabolario della lingua italiana*, Zanichelli, Milano 2001.

¹⁰⁵ N. Abbagnano, *op. cit.*, p. 861.

¹⁰⁶ A. Di Luciano, G. Vattimo, M. Ferraris, D. Marconi (a cura di), *Enciclopedia Garzanti di filosofia*, Garzanti, Milano 1993, p. 1130.

¹⁰⁷ *Ibid.*

Già Marx, nel *Capitale*, usava il termine “tecnologia” in riferimento all’applicazione della scienza ai processi di produzione industriale: la «scienza assolutamente moderna della tecnologia» nascerebbe proprio in virtù del «principio della grande industria secondo cui ogni processo di produzione, preso in se stesso e senza considerare l’apporto di mano umana, viene suddiviso nei suoi elementi costitutivi»¹⁰⁸.

In questo senso, la tecnologia non sarebbe altro che l’anello di congiunzione tra tecnica e scienza, sia che si tratti delle possibili applicazioni delle scoperte scientifiche, sia invece che si tratti dello studio scientifico dei processi tecnici. Sotto questo riguardo, dunque, la tecnologia costituisce quel *proprium* della tecnica moderna, rispetto alla tecnica greca, che aveva individuato Heidegger, che si può rintracciare appunto nel matrimonio tra scienza e tecnica, che in qualche modo avevano corso sempre parallele e che solo con la rivoluzione industriale cominciano a correre insieme – o almeno solo allora il loro intreccio diventa, per così dire, strutturale. Rispetto a quanto vista prima, è proprio quello il momento in cui la tecnica si mostra nella sua essenza più vera: è cioè con la rivoluzione industriale che la tecnica si sgancia dall’ipoteca dell’artigianato e del procedimento empirico e manuale per mostrare la sua struttura

¹⁰⁸ Cfr. K. Marx, *Il Capitale*, a cura di E. Sbardella, Newton Compton, Roma 1996, I, 13, p. 357.

metafisica. A questo punto, possiamo cominciare se non altro a registrare un legame tra questa epifania della tecnica, per così dire, e la tecnologia. Del resto, questa posizione e questo legame possono essere ribaltati: secondo buona parte della sociologia tedesca del XX secolo, il grande sviluppo della tecnologia sarebbe una conseguenza del cosiddetto “spirito della tecnica”, inteso come quel desiderio di assoggettamento del mondo che muove l’agire umano¹⁰⁹. Ma, a prescindere dal punto di vista da cui lo si guardi, questo legame tra tecnologia e tecnica (moderna) sembra essere strutturale.

Tuttavia rimangono ancora da chiarire molti aspetti intrinseci alla tecnologia, se si vuol comprendere appieno questo legame, per cui non ci si può appagare di queste prime osservazioni di carattere generale.

È interessante anzitutto notare come, in origine, il termine tecnologia fosse direttamente riferibile alla dialettica e alla retorica. In effetti, prima di divenire quasi sinonimo della tecnica, la tecnologia ha, schematizzando, quattro possibili accezioni¹¹⁰: può indicare un trattato sui metodi di insegnamento di una certa arte, la terminologia propria di una certa arte, un trattato sulla grammatica e sulla retorica, la terminologia propria della grammatica e della retorica.

¹⁰⁹ Cfr. L. von Wiese, *Technologie*, in A. Vierkandt, *Handwörterbuch der Soziologie*, Stuttgart, F. Enke 1931.

¹¹⁰ Cfr. S. Maier Oeser, *Technologie*, in J. Ritter, *op. cit.*, p. 42381 (Bd. 10, 958).

Pietro Ramo considerava la tecnologia come la logica – ovvero la scienza – delle arti, ed in base alle sue regole tentò la sua riorganizzazione delle arti¹¹¹. Nel 1607, Timpler ricorre alla tecnologia come propedeutica alla teoria della scienza, in quanto «Tractatus generalis et utilissimus de natura et differentiis artium liberalium»¹¹². Con la stessa accezione il termine viene utilizzato da Alsted, nel suo *Systema mnemonicum minus*¹¹³. Nel 1658 Phillips, in *The new world of words*, definiva la tecnologia come una «description of arts, especially the mechanical»¹¹⁴. Si può scorgere, pertanto, attraverso i secoli, per mezzo di questi semplici campioni, un graduale spostamento del termine verso un’accezione che lo lega più direttamente alle arti meccaniche, laddove presentava, in origine, un legame intrinseco alle arti liberali.

Christian Wolff¹¹⁵ dà una definizione di tecnologia secondo la quale tanto la “technica” quanto la “technologia” sono null’altro che «philosophia artium», ciò che rende possibile il perfezionamento delle arti, ovvero

¹¹¹ P. Ramo, *Scholae in liberales artes*, Basel 1569, fol. a2^f.

¹¹² C. Timpler, *Metaphysicae systema methodicum*, Frankfurt 1607. Cfr. U. G. Leinsle, *Das Ding und die Methode. Methodische Konstitution und Gegenstand der frühen Protestantischen Metaphysik*, Maro Verlag, München 1985, pp. 353-358.

¹¹³ J. H. Alsted, *Systema mnemonicum minus*, Frankfurt 1610, p. 7. Cfr. anche id., *Encyclopedia*, Hebron 1630, 61sgg.

¹¹⁴ E. Phillips, *The new world of words*, a cura di J. Kersey, London 1706.

¹¹⁵ Ch. Wolff, *Philosophia rationalis sive logica*, Frankfurt-Leipzig 1740, § 71, p. 33.

scientia artium et operum artis, aut [...] scientia eorum, quae organorum corporis, manuum potissimum, opera hominibus perficiuntur.

La filosofia delle arti di Wolff doveva studiare i manufatti e spiegare le regole della tecnica e della realizzazione dei suoi prodotti. Scopo della tecnologia non è, specifica Wolff, quello di spiegare in che modo i movimenti delle mani e delle altre parti del corpo possano dar forma ad una certa opera – una simile funzione spetterebbe semmai alla fisica:

Non explicandum in Technologia, quomodo motus manuum et organorum aliorum ad artis opera perficienda requisitorum per structuram corporis fieri possint: haec enim disquisitio ad physicam spectat.

Una simile specificazione è indubbiamente preziosa. Wolff afferma infatti che la tecnologia deve piuttosto occuparsi del principio razionale che sottende alle regole dell'agire tecnico:

reddenda hic potissimum ratio est regularum artis et operum, quae arte perficiuntur.

La tecnologia contiene in sé la *ratio* intrinseca dell'agire tecnico e informa di tale *ratio* l'opera dell'artefice che altrimenti rimarrebbe cieco nei confronti delle cause e delle ragioni della sua opera, del concetto (*notitiam*) che la muove:

Sunt enim regulae artis veluti confectaria theoriarum philosophicarum, in quibus earundem ratio continetur, si vel maxime

exinde ab inventoribus non fuerint erutae, immo ex ab artificibus regulas istas ad usum transferentibus ignorentur: id quod eo minus miramur, quod satis superque constet, artificibus saepissime deesse notitiam distinctam regularum, iuxta quas operantur.

Qualche decennio più tardi Beckmann, nella sua *Anleitung*, equipara, già nel titolo, la tecnologia alla conoscenza delle arti manifatturiere e la definisce come quella scienza che insegna la manipolazione delle materie prime, ovvero la conoscenza delle tecniche di lavorazione (*Handwerke*): «Technologie ist die Wissenschaft, welche die Verarbeitung der Naturalien oder die Kenntniss der Handwerke lehrt»¹¹⁶. La concezione che Beckmann, titolare di una delle prime cattedre di tecnologia in Germania, aveva della propria disciplina influenzò lo stesso Marx. Per lui, la tecnologia doveva appunto occuparsi in maniera critica delle trasformazioni delle materie prime e dei procedimenti di realizzazione dei manufatti, al fine di conseguire i migliori risultati. Siamo già di fronte ad una concezione della tecnologia legata alla razionalità dell'industria e all'economia del capitale. Successivamente, in *Entwurf der allgemeinen Technologie*, Beckmann sottolinea che «ora la tecnologia è in grado di intervenire proponendo un perfezionamento tecnico agli stessi mestieri: l'inventario e il confronto dei procedimenti nei quali

¹¹⁶ J. Beckmann, *Anleitung zur Technologie oder zur Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufakturen, vornehmlich derer, die mit der Landwirtschaft, Polizei und Cameralwissenschaft in nächster Verbindung stehn*, Verlag der Witwe Vandenhoeck, Göttingen 1777, § 12, p. XV.

trova realizzazione lo stesso intento consentono di trasferire tale o tal'altra operazione da un mestiere all'altro. Non si insisterà mai eccessivamente su questo concetto di trasferimento, che rende possibile uscire dai limiti di un dato mestiere nei quali restava chiusa la tecnologia classica, stabilendo connessioni tra mestieri molto differenti»¹¹⁷. Appunto qui sembra farsi largo una concezione della tecnologia intesa come razionalità, slegata dalle singole arti. Una razionalità che supervisiona e dirige le diverse tecniche verso il loro miglior utilizzo e verso uno scopo comune, che trova il suo fondamento teorico nella definizione che ne aveva dato Wolff. La tecnologia si sgancia dall'accezione originaria riassumibile in un "discorso sulla tecnica" e diviene razionalità tecnica, qualcosa che migliori le tecniche nel loro insieme, secondo quanto appunto affermava il Wolff. Lo stesso Beckmann, del resto, ebbe modo di sottolineare la differenza tra la concezione di tecnologia che egli proponeva rispetto a quella classica: «Alt sind wenigstens diese Wörter: τεχνολογία, [...] τέχνη; aber freylich dachten die Griechen dabei wohl nicht allemal an Handwerke, so wenig sie unter

¹¹⁷ J. Beckmann, *Entwurf der allgemeinen Technologie*, in *Vorrath kleiner Ammerkungen über Mancherley gelehrte Gegenstände*, III, Göttingen 1806. La citazione è tratta da U. Barbisan, *Tecnologos*, in *Tecnologos* (Tecnologos, 21/02/2001, n. 1), http://www.tecnologos.it/Articoli/articoli/numero_001/art_tecnologos/tecnologos.asp. Cfr. anche A. Fröhner, J. G. Krünitz, *Technologie und Enzyklopädismus im Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert*, Palatium Verlag, Mannheim-Universität 1994, p. 35. Su Beckmann: G. Bayerl, J. Beckmann (hrsg.), *Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründer der Allgemeinen Technologie*, Waxmann Verlag, Münster 1999.

οἰκονομία, πολιτική und hundert andern Wörtern, das dachten, was wir darunter denken»¹¹⁸. La tecnologia di Beckmann fa pensare immediatamente alle arti meccaniche. A ben guardare, si tratta di una concezione della tecnologia, e del resto della tecnica, tipica del XIX secolo. È allora, peraltro, che si impone il paradigma tecno-scientifico tipico dell'industrializzazione. Ed è allora che si assiste a quel mutamento, o meglio a quello svelamento, della tecnica che si è avuto già modo di notare e che è strettamente legato all'industria e alla razionalità industriale.

Karmarsch dà una definizione della tecnologia intesa come descrizione sistematica e razionale di quelle tecniche che sono volte alla manipolazione della natura: «die systematische Beschreibung und rationelle Erklärung derjenigen Verfahrungsarten und Hülffsmittel, vermöge welcher die rohen Naturprodukte zu Gegenständen des physischen Gebrauchs durch menschlichen Kunstfleiß verarbeitet werden»¹¹⁹.

La *ratio* implicita nella tecnologia, quella *ratio* di cui parlava Wolff, si fa esplicita nel XX secolo. Sotto l'influenza della lingua

¹¹⁸ J. Beckmann, *Anleitung zur Technologie*, cit., p. 13.

¹¹⁹ K. Karmarsch, *Geschichte der Technologie. Seit der Mitte des achtzehnten Jarhunderts*, R. Oldenbourg, München 1872, p. 3. Identica definizione veniva data in id., *Handbuch der mechanischen Technologie*, Helwing, Hannover 1851, p. 1.

anglosassone¹²⁰, che tende a considerare in tutto e per tutto sinonimi la tecnica e la tecnologia, il campo semantico del termine si estende ad indicare in generale «un processo, un complesso insieme di azioni, eseguite tanto dalla mano dell'uomo quanto con mezzi materiali al fine di ottenere con certezza determinati scopi»¹²¹. Lenk la definisce come una procedura metodico-razionale, un'organizzazione che ottimizza i processi di trasformazione diretti all'ottenimento di un determinato scopo¹²².

È evidente lo slittamento semantico, accompagnato da un contestuale allargamento del termine, avvenuto nel corso dei secoli. A ben guardare, tuttavia, tale slittamento appare piuttosto come un conseguente sviluppo del tutto naturale, implicito nel senso stesso del termine, e già in nuce, del resto, nell'affermazione di Clemente Alessandrino per cui la tecnologia di Dio è la fonte della salvezza: «περὶ τὸν φόβον [...] τεχνολογία σωτηρίας ἐστὶ πηγή»¹²³.

Questo slittamento del termine è, peraltro, intrecciato con quella più ampia rivoluzione socio-culturale avvenuta in età moderna che ha

¹²⁰ Cfr. S. Maier Oeser, *op. cit.*, p. 42385 (Bd. 10, 960): «Dieser Begriff der Technologie [...] ist bisweilen umstritten, ob an diesem speziellen Begriff der Technologie im Sinne einer Verfahrenslehre der Stoffbe- und -verarbeitung gegenüber dem bes. über den angelsächsischen Sprachgebrauch sich durchsetzenden erweiterten und vom Begriff der Technik nicht mehr unterschiedenen Gebrauch von "Technologie" festzuhalten sei».

¹²¹ K. E. Boulding, *The Interplay of Technology and Values*, in K. Baier, N. Reschner (a cura di), *Values and the Future. The Impact of technological Change in American Values*, Free Press, New York-London 1969, p. 336.

¹²² H. Lenk, *Philosophie im Technologischen Zeitalter*, W. Kohlhammer, Stuttgart 1971.

¹²³ Clemente Alessandrino, *Pedagogo*, a cura di M. G. Bianco, UTET, Torino 1971, 27, cit. in S. Maier Oeser, *op. cit.*, p. 42385 (Bd. 10, 960).

portato ad una rivalutazione globale delle tecniche e delle arti meccaniche. E dello statuto della scienza. È in questa nuova temperie che va prendendo forma quella razionalità che è, come si è visto, al cuore della tecnologia, ma che è pure, a ben guardare, a fondamento del progetto, tipicamente moderno, di revisione della cultura e della mentalità scientifiche. Le stesse definizioni di tecnologia che si sono viste possono essere intese appieno unicamente nell'ambito di questo percorso della modernità che ha accompagnato, guidato, preparato e per molti versi invocato l'era tecnologica che caratterizza ancora, sotto molti riguardi, il XXI secolo e che ha costituito la cifra del secolo precedente¹²⁴. «L'idea del sapere come costruzione – scrive P. Rossi – l'assunzione del modello *macchina* per la spiegazione e comprensione dell'universo fisico, l'immagine di Dio come *orologiaio*, la tesi che l'uomo può davvero conoscere ciò che fa o costruisce e *soltanto* ciò che fa e costruisce, sono tutte affermazioni strettamente connesse alla penetrazione – nel mondo dei filosofi e degli scienziati – di quel nuovo modo di considerare la *pratica* e le *operazioni*»¹²⁵. Le arti

¹²⁴ Anche in questo caso la letteratura al riguardo è a dir poco sconfinata. Limitandoci per il momento ad alcune letture di carattere generale cfr. P. Rossi, *I filosofi e le macchine. 1400-1700*, cit.; id., *Aspetti della rivoluzione scientifica*, Morano, Napoli 1971; C. M. Cipolla, *Clocks and Culture. 1300-1700*, Collins, London 1967; Ph. Wiener, A. Noland, *Le radici del pensiero scientifico*, tr. it. M. Celletti Novelletto, Feltrinelli, Milano 1971; L. Geymonat, *Filosofia e filosofia della scienza*, Feltrinelli, Milano 1962; id., *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano 1970-1973; A. W. Crosby, *La misura della realtà. Nascita di un nuovo modello di pensiero in Occidente*, tr. it. R. Ioli, Dedalo, Bari 1998; K. Mendelssohn, *La scienza e il dominio dell'occidente*, tr. it. P. Ludovici, Editori Riuniti, Roma 1981; T. H. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, tr. it. A. Carugo, Einaudi, Torino 1999.

¹²⁵ P. Rossi, *I filosofi e le macchine*, cit., p. 23.

meccaniche che, fino all'età moderna, erano state considerate dall'establishment culturale ignobili, guadagnano gradualmente terreno rispetto alle arti liberali, divengono esse stesse portatrici di verità; e l'identificazione della tecnologia con esse coinciderà con l'instaurazione del paradigma tecno-scientifico fondato sulla macchina. Questa rivalutazione della tecnica – delle arti meccaniche – è in parte conseguenza dei risultati ottenuti nei diversi ambiti ed in particolare nel settore dei trasporti, cui fa seguito un emergere delle classi imprenditoriali e borghesi. Contemporaneamente avviene un processo di intellettualizzazione del lavoro manuale. Con Brunelleschi, ad esempio, la costruzione si astraie dalla pratica, viene progettata in maniera rigorosa, senza la possibilità di sperimentare volta per volta sull'impalcatura, secondo un approccio alla costruzione di vecchio stampo. L'architettura, quindi, «passa da una fase di tecnicismo empirico a una di speculazione matematica; il costruttore del Rinascimento è un *intellettuale*, quello del Medioevo era un *artigiano*»¹²⁶. Tale «collaborazione fra sapere tecnico e sapere scientifico che venne a stabilirsi agli inizi dell'Età moderna è da considerarsi come uno degli aspetti centrali e fondamentali della nuova cultura»¹²⁷. La cultura tecno-scientifica, appunto. E questa

¹²⁶ P. Francastel, *Lo spazio figurativo dal Rinascimento al Cubismo*, Einaudi, Torino 1957, pp. 206

sg.

¹²⁷ P. Rossi, *ibid.*, p. 54.

collaborazione, questa nuova cultura, questo nuovo modo di guardare alla natura e alla tecnica, trova peraltro conferma nel nuovo utilizzo che in età moderna viene fatto delle invenzioni tecniche avvenute in epoca medievale¹²⁸. Nonostante la diffusione dell'orologio nel Medioevo, ad esempio, è solo con il Cinquecento che comincerà ad essere avvertita l'esigenza di una misurazione del tempo esatta, svincolata dal tempo vissuto, dal tempo, cioè, del succedersi del giorno e della notte e del variare del sole. In parte, questa esigenza è dovuta «alla vittoria della vita urbana su quella contadina». D'altro canto, essa è dovuta anche al contatto fra scienza e tecnica che «giunge a piena maturazione nell'opera di Galileo (1582) e di Huygens (1657)»¹²⁹. Lo stesso discorso può essere fatto valere per il cannocchiale, che solo con Galileo assurgerà a strumento di ricerca scientifica. In generale «si è giustamente insistito sull'importanza che molti problemi pratici [...] vennero ad assumere rispetto alla nascita e

¹²⁸ Sulle invenzioni tecniche del Medioevo cfr. C. Frugoni, *Medioevo sul naso. Occhiali, bottoni e altre invenzioni medievali*, Laterza, Roma-Bari 2001. In generale, su queste tematiche cfr. V. Ronchi, *Galileo e il cannocchiale*, Idea, Udine 1945; M. Bloch, *Lavoro e tecnica nel Medioevo*, tr. it. di G. Procacci, Laterza, Roma-Bari 2001; E. Grant, *La scienza nel Medioevo*, tr. it. di P. Fait, Il Mulino, Bologna 1997.

¹²⁹ P. Rossi, *ibid.*, p. 55. Su queste tematiche – e sull'importanza della borghesia in questo contesto – si veda il celebre lavoro di J. Le Goff, *Tempo della Chiesa e tempo del mercante*, Einaudi, Torino 1977, pp. 3-24, ed in particolare p. 14, dove si afferma che al «tempo dei chierici, ritmato dagli uffici religiosi, dalle campane che li annunciano [...] mercanti e artigiani sostituiscono il tempo più esattamente misurato, utilizzabile per le faccende profane e laiche». Cfr. anche L. De Salvo, A. Sindoni, *Tempo sacro e tempo profano. Visione laica e visione cristiana del tempo e della storia*, Convegno internazionale Università degli studi Messina 5-7/9/2000, Rubbettino, Catanzaro 2002; A. W. Crosby, *op. cit.*, pp. 87 sgg., afferma: «Per i contadini la scansione temporale era approssimativa: il clima, l'alba, il tramonto, dettavano i loro tempi. Al contrario, le ore erano di centrale importanza per gli abitanti della città, la cui attività di compravendita era già stata avviata sotto le insegne della quantificazione».

al progredire di una serie di ricerche di carattere teorico[...]. La rivalutazione della tecnica, il nuovo prestigio sociale degli artigiani e degli ingegneri era strettamente legato alla accresciuta importanza economica di alcuni settori delle tradizionali arti meccaniche [...] e non verrà mai abbastanza sottolineato il peso esercitato in questo profondo mutamento dallo sviluppo dei grandi viaggi di esplorazione, dei traffici marittimi, del capitale mercantile e dell'industria mineraria»¹³⁰.

Tra il Cinquecento e il Seicento si sviluppa allora un interesse speciale per le macchine e le arti meccaniche, che diventano gradualmente il cuore stesso della ricerca scientifica, o meglio la sua intrinseca teleologia: la teoria, per trovar la sua vera ragion d'essere deve dunque venire alla fine applicata ai fatti, pena la vuotezza e l'astrusità di un'elucubrazione sterile, slegata da interessi pratici e utili. Senza questo riferimento alla pratica, la scienza perde utilità, smette in fondo di essere scienza, non è altro, semmai, che mera magia, alchimia, al massimo vuota scolastica. Di qui tutta la polemica contro i trattati alchemici e, strettamente legata ad essa, la polemica sugli antichi e sui moderni. Agricola¹³¹, ad esempio, criticava aspramente la tradizione alchemica e basava le sue critiche su due

¹³⁰ P. Rossi, *ibid.*, pp. 56 sgg.

¹³¹ Cfr. *ivi*, pp. 65 sgg.

punti essenziali: la vacuità, innanzitutto, dell'alchimia, «caratterizzata da un secolare disinteresse per lo “studio delle cose” e per l'osservazione dei fenomeni naturali»; e la degenerazione del linguaggio scientifico classico, chiaro e limpido, in quello alchemico e magico, astruso, oscuro, incomprensibile. È chiaro che, in verità, lo scontro qui è tra due paradigmi che mostrano di avere non pochi problemi di reciproca comprensione. L'alchimia si proponeva una ricerca in primo luogo spirituale, fondata sulla consapevolezza – o dovremmo dire sulla credenza – dell'inscindibile connessione tra il microcosmo e il macrocosmo, per quanto sia indubbio che sia stata svenduta da coloro che, millantatori e ciarlatani, non vedevano in essa nient'altro che una ricerca per ottenere potere e ricchezza¹³². E lo stesso Agricola, in effetti, mostra di fraintendere l'alchimia in questo senso, perdendo di vista lo scopo superiore di quest'arte, incapace, si potrebbe dire, di cogliere l'aspetto spirituale al di là della pratica. Tale incapacità gli deriva proprio dal nuovo paradigma che permea la sua opera. È il paradigma della tecnica, appunto, il paradigma tecnoscientifico che vede nell'invenzione e nello strumento il suo punto d'arrivo naturale: «In questi secoli si parla continuamente, con un'insistenza che ha del monotono, di una logica dell'invenzione, concepita come *venatio*, come caccia, come sforzo di penetrazione in

¹³² Cfr. S. Huttin, *La vita quotidiana degli alchimisti nel Medioevo*, Rizzoli, Milano 1991.

territori prima sconosciuti. Questa logica dell'invenzione viene vista come arte e come strumento; appare paragonabile, e di fatto viene spesso paragonata, agli arnesi. Essa appare scarsamente interessata all'analisi dei termini del discorso e ha, quasi sempre, un tono di rozzezza e di ingenuità se confrontata alle sottili discussioni della tarda Scolastica, ma, a differenza di quest'ultima, appare soprattutto preoccupata di progettare metodi nuovi, di estendere le possibilità di dominio dell'uomo sugli altri uomini e sulla natura»¹³³.

Qui, in questa logica dell'invenzione, si ritrova il fondo di quella logica, di quella *ratio*, che è la tecnologia. Logica della tecnica, che ha nello strumento la sua arma principale e nella *venatio* il suo scopo ultimo. Logica dell'invenzione e della scoperta e, in ultima istanza, del dominio dell'uomo sull'uomo e sulla natura.

Eugenio Garin, riprendendo in parte Alexandre Koyrè, in *Rinascimento e rivoluzione scientifica*¹³⁴, ha sottolineato, a proposito della logica che sottende la rivoluzione scientifica e, in maniera acuta, a proposito della ricostruzione storica di tale rivoluzione, la sua natura fondamentalmente teorica, le sue radici umanistico-rinascimentali, la cesura culturale che ne è all'origine e la ricostruzione artificiosa, fatta *a posteriori*, di una continuità con il passato. Il punto decisivo, forse, o

¹³³ P. Rossi, *I filosofi e le macchine*, cit., p. 61.

¹³⁴ E. Garin, *Rinascimento e rivoluzione scientifica*, in id., *Rinascite e rivoluzioni. Movimenti culturali dal XIV al XVIII secolo*, Laterza, Roma-Bari 2007, pp. 299-326.

quanto meno il più interessante in questa sede, è che non fu la scoperta scientifica a guidare il cambiamento di paradigma, bensì, viceversa, la rivoluzione culturale, filosofica, fu la radice di quella scientifica: «si riesce a *vedere* un altro mondo perché si è avuto il coraggio di *pensarne* la possibilità. Il mondo di Copernico non è una più economica sistemazione di sfere; è la conseguenza d'*un nouveau sentiment de l'être*»¹³⁵. Il riferimento a questa nuova concezione – a questo nuovo sentimento – dell'essere è a dir poco significativo. Non è un caso, del resto, che nel rileggere la storia della scienza come dialettica dei paradigmi, si possa puntare il dito proprio, in primo luogo, proprio sulla “rivoluzione” ippocratica e sul passaggio dall'essere parmenideo all'essere del *Perì technes*: «Alla metafisica dell'essere uno e identico, metafisica parmenidea, la medicina ippocratica oppone l'esistenza dell'individuo – *tò hékaston* – con una retroazione logica sull'indefinita varietà da attribuire al reale»¹³⁶. Una tale tesi generalizza, in qualche modo, quella espressa da Garin: i paradigmi sono entità attive, interagenti nel tessuto storico e culturale delle idee, e soprattutto, sono «cause e non effetti delle rivoluzioni». Già Kuhn, peraltro – e anche lui faceva il nome di Koyré – aveva sottolineato come, all'immagine di una scienza che procede per

¹³⁵ *Ibid.*, p. 310.

¹³⁶ V. Cappelletti, *La storia della scienza come dialettica dei paradigmi*, in AA.VV., *Modernità e secolarizzazione*, Istituto Suor Orsola Benincasa, 1993, p. 12.

accumulazione progressiva di verità, andrebbe sostituita quella di diversi paradigmi in competizione che si susseguono nel corso della storia. Il punto centrale, anche qui, è che tra i diversi paradigmi in competizione non vi è una differenza di dati, osservazioni, scoperte, bensì «ciò che chiameremo le loro incommensurabili maniere di guardare al mondo e di praticare la scienza in esso»¹³⁷. Ancora Garin sottolinea: «la nascita della nuova scienza è radicata in una nuova visione dell'uomo e del mondo che, sola, la rende possibile»¹³⁸.

Tale visione dell'uomo e del mondo, tale *sentiment de l'etre*, è appunto intrinsecamente legata al paradigma della tecnologia che si è intravisto attraverso il susseguirsi delle diverse concezioni della tecnica e delle arti meccaniche. Ora, tale paradigma, se da un lato è legato alle arti meccaniche, dall'altro, converrà rilevare, è fondato «sulla convinzione profonda che le matematiche, più che un metodo di ordinare i fatti, sono la chiave stessa della comprensione della Natura»¹³⁹. E questa osservazione va tenuta insieme a quella di Popper a proposito di Copernico: «l'idea di porre il Sole, anziché la Terra, al centro dell'universo, non era il risultato di nuove osservazioni, ma di una *nuova interpretazione* di fatti antichi e ben noti, alla luce di idee ampiamente ispirate alla religione, al platonismo e al neoplatonismo.

¹³⁷ Th. Kuhn, *op. cit.*, p. 22.

¹³⁸ E. Garin, *op. cit.*, p. 309.

¹³⁹ A. Koyré, *Études d'histoire de la pensée scientifique*, PUF, Paris 1966, pp.67 sg., cit. in E. Garin, *ibid.*, p. 303.

[...] Quest'idea platonica costituisce pertanto lo sfondo storico della rivoluzione copernicana»¹⁴⁰.

A questo punto converrà riannodare i fili del discorso e tentare di giungere ad una conclusione sul senso profondo della tecnologia, intesa come il *quid* della ricerca scientifica moderna. Nel distinguere la tecnica e la scienza moderne da quelle antiche – e medievali – si può allora avanzare un'affermazione più esplicita: «la generalizzazione dei principi costruttivi delle macchine (il meccanicismo) è la prospettiva metodologica basilare per la scienza moderna»¹⁴¹, che era quanto, seguendo le riflessioni moderne di un Wolff o di un Beckmann, si diceva della tecnologia – razionalità tecnica, logica dei principi costruttivi delle macchine. Ora, distruzione del cosmo aristotelico e geometrizzazione dello spazio sono, secondo il Koyré, le caratteristiche peculiari della scienza moderna¹⁴². La pantometria, d'altro canto, secondo Crosbie, è la cifra della scienza europea, la chiave per comprendere il suo progresso repentino e per molti versi eccezionale¹⁴³ e, dal nostro punto di vista, della tecnologia.

Quale sia il senso di tutto questo è la conclusione che ci si deve sforzare di cogliere. Platonismo, geometria e pantometria,

¹⁴⁰ K. Popper, *Congetture e confutazioni*, tr. it. G. Pancaldi, Il Mulino, Bologna 1972, p. 177.

¹⁴¹ A. Gara, *op. cit.*, p. 11.

¹⁴² A. Koyré, *Studi newtoniani*, tr. it. P. Galluzzi, Einaudi, Torino 1972, p. 7.

¹⁴³ A.W. Crosbie, *op. cit.* Cfr. in particolare p. 9: «Durante il tardo Medioevo e il Rinascimento emerse in Europa un nuovo modello di realtà: si trattava di un modello quantitativo, in grado di sostituire, fin da allora, l'antico precedente qualitativo».

meccanicismo, *mathesis universalis*, logica della costruzione e sperimentalismo, sono tutti concetti che ruotano attorno al cuore centrale della tecnologia, e che sono intimamente legati in un modo che, per il momento, sembra sfuggire ad una comprensione immediata.

Gallino definisce la tecnologia come «lo studio e la razionalizzazione mediante la scienza delle più diverse tecniche. Tramite la tecnologia la scienza diventa un fattore di produzione», ricalcando fin qui, sostanzialmente, la definizione che ne davano Diderot e D'Alembert nell'*Encyclopedie*, e che era, in definitiva, la stessa che ne dava Christian Wolff: «miglioramento razionale delle “arti”, specialmente quelle esercitate nell'industria, mediante lo studio scientifico di esse e dei loro prodotti»¹⁴⁴. Ora, se «per tutto il corso dell'Ottocento la tecnologia fu un fenomeno quasi esclusivamente legato all'industria ed ai trasporti», Gallino sottolinea come «al presente si ritrovano forme più o meno avanzate di tecnologia in tutte quelle sfere della vita associata dove la razionalità è valutata positivamente». Una parte crescente della tecnologia è costituita non più solo da macchine, ma da programmi, *software*, piani, organizzazioni, per cui «il concetto di tecnologia viene ad abbracciare necessariamente sia la prassi tecnica, sia i suoi supporti o veicoli

¹⁴⁴ L. Gallino, *Dizionario di sociologia*, Utet, Torino 2006, pp. 699 sgg.

materiali e immateriali». Nella sua accezione più ampia, Gallino la definisce in questi termini: «Impiego, applicazione sistematica di conoscenze scientifiche avanzate, in riferimento a un dato livello di sviluppo economico e socio-culturale, al fine di raggiungere in modo efficiente ed uniforme determinati risultati pratici nella sfera della produzione, della distribuzione, dei trasporti, delle comunicazioni, dei servizi, dell'educazione; razionalizzazione per tal via dello sforzo lavorativo, ovvero del rapporto uomo/natura». Pertanto mantiene la definizione tradizionale per vera, ma la amplia, a causa dei mutamenti sopravvenuti al suo interno nel corso del Novecento, e ne sposta l'accento su un aspetto essenziale, finora rimasto ai margini, per quanto già ampiamente intuito. Nel recente *Tecnologia e democrazia*, Gallino utilizza un concetto di tecnologia intesa come «popolazione di sistemi materiali (tipo un calcolatore) e non materiali (tipo i programmi di un calcolatore), derivanti dall'impiego razionale delle conoscenze scientifiche d'una data epoca al fine di risolvere con la maggior efficienza relativa a problemi pratici di produzione, di trasporto, di comunicazione, di cura della persona, di deposito di risorse, di attacco e difesa, di protezione dall'ambiente e dell'ambiente»¹⁴⁵. Tale definizione ha il duplice pregio di conservare la definizione classica della tecnologia e di consentire una prospettiva

¹⁴⁵ Id., *Tecnologia e democrazia*, Einaudi, Torino 2007, p. 95.

ben più ampia e, in definitiva, efficace. Un simile concetto «esplicitamente neodarwiniano» di tecnologia consente in effetti di fare un ulteriore passo in direzione dell'essenza peculiare della tecnologia, di cogliere esplicitamente quella razionalità che ne costituisce il *quid*, e che designa «semplicemente l'insieme dei risultati derivanti dall'applicazione di conoscenze scientifiche a modi di procedere rivolti a scopi pratici, ossia a tecniche». La tecnologia moderna è caratterizzata, spiega Gallino, dall'intreccio inscindibile tra scienza e tecnica, o meglio, si potrebbe a questo punto aggiungere, è essa stessa tale nesso; per cui, al fondo, «la tecnologia rappresenta la massima espressione del principio di razionalità applicato alle attività umane dirette a scopi pratici: rendere massimo il risultato ottenibile a fronte di risorse date; rendere minimo l'impiego di risorse per ottenere un dato scopo»¹⁴⁶.

Una simile impostazione consente in primo luogo di fare alcune osservazioni *en passant* sul rapporto tra scienza e tecnologia. A ben guardare, seguendo Gallino¹⁴⁷, la ragione tecnologica, la sua intrinseca *ratio*, è da sempre a fondamento della ricerca scientifica: «Sin dagli esordi la costruzione della conoscenza scientifica è avvenuta *per mezzo di* o *con riferimento a* strumenti, il che vuol dire per mezzo di o

¹⁴⁶ *Ibid.*, p. 132.

¹⁴⁷ *Ibid.*, pp. 272 sg.

con riferimento a una data tecnologia. E una volta costruita, al fine di poter essere memorizzata, trasmessa, verificata, riprodotta, perfezionata, la conoscenza deve necessariamente essere inclusa in un mezzo materiale», per cui in definitiva risulta alquanto ingenua la visione di una scienza pura distinta da una scienza applicata. Tecnologizzazione della scienza e scientificazione della tecnologia non sono che due aspetti di uno stesso processo. La tecnologia, vista in questa luce, non è che la manifestazione di una razionalità che è già *in nuce* nel procedimento scientifico – o meglio, volendo evitare il rischio di un etnocentrismo della scienza, la tecnologia rappresenta il fiore di quella razionalità tecnica occidentale che trova nella scienza moderna il suo coronamento e la sua massima espressione.

Ora, se queste riflessioni costituiscono un appunto considerevole che sarà bene tenere a mente quando si affronterà più da vicino la ragione biotecnologica, in questo momento esse offrono un appoggio fondamentale per comprendere appieno la razionalità che si è in questo modo individuata e per tentare di sciogliere quel nodo concettuale nel quale si sono andate ad incrociare trame riflessive apparentemente le più disparate: la tecnica anti-parmenidea, il platonismo copernicano, la divina tecnologia di Clemente, la ragione tecnologica wolffiana, la pantometria rinascimentale, il meccanicismo. Le difficoltà concettuali, del resto, non possono da sole indurre a

liquidare la semplice constatazione del fatto che, sul piano storico, un simile incontro di spinte e di percorsi è avvenuto e per giunta ha dato vita a quello che è uno dei fenomeni a tutt'oggi più sconcertanti, forse, della storia umana – quella razionalità o, per usare l'espressione francese adottata da Crosby, quella *mentalité*, per molti versi ancora assolutamente enigmatica, che ha condotto alla conquista del mondo da parte dell'*homo europeus* (l'enigma che ha fortemente inquietato il Crosby e che lo ha spinto ad interrogarsi sulla pantometria) e che, d'altra parte, secondo le parole di Gallino, «ci consente di dar corpo, col vantaggio di non obbligarci a confessarlo, al nostro desiderio segreto di riprodurre, a nostra volta, l'avventura creatrice di Dio»¹⁴⁸.

Da un punto di vista filosofico, del resto, tali difficoltà concettuali non sono nemmeno insormontabili. A ben guardare, la chiave per cogliere il senso ultimo di questa razionalità, la logica intrinseca della ragione tecnologica, è, sotto il profilo storico-culturale, a portata di mano: la *ratio* wolffiana, il principio di razionalità applicato alla prassi, la tecnologia, insomma, coincide, in ultima istanza, con il virtuale.

La tecnica, secondo la lettura che ne dà Lévy, non è altro che «la virtualizzazione dell'azione. Sebbene il martello possa dare l'idea di un prolungamento del braccio, è evidente che la ruota non è

¹⁴⁸ *Ibid.*, p. 197.

l'estensione della gamba ma la virtualizzazione della camminata»¹⁴⁹. Lévy nega la comune, e per più versi banale, opposizione tra reale e virtuale e individua, come coppie dialettiche, quelle del reale/possibile e dell'attuale/virtuale: il virtuale non è, dunque, qualcosa di meno reale della realtà, bensì una modalità del reale, una sua problematizzazione, una messa in discussione, si potrebbe dire. Né si esaurisce nella realtà virtuale, che è quanto ha portato in luce, e se si vuole in auge, il virtuale come categoria concettuale problematica. La realtà virtuale, semmai, costituisce il fiore del processo di virtualizzazione, lo zenit che ne mette in luce tutta la portata, ed effettivamente suscita domande e riflessioni che toccano al cuore l'essenza della tecnica e dell'uomo – e non è un caso che Heim, tra i primi ad interrogare la realtà virtuale sotto il profilo della riflessione filosofica, l'abbia definita un platonismo realizzato, «as a working product»¹⁵⁰, approdo metafisico di quel percorso iniziato con la frattura platonica tra mondo reale e mondo apparente (ma è da intendersi, in questo contesto, la precedente frattura in seno all'Essere parmenideo). Piuttosto, nell'analisi di Lévy, il virtuale ha una storia di gran lunga precedente alla nascita del primo computer, una storia che affonda le sue origini nella virtualizzazione della caccia per mezzo del

¹⁴⁹ P. Lévy, *Il virtuale*, tr. it. M. Colò, M. Di Sopra, Raffaello Cortina, Milano 1997, pp. 65 sgg.

¹⁵⁰ M. Heim, *The Erotic Ontology of Cyberspace*, in id., *The Metaphysics of Virtual Reality*, Oxford University Press, New York 1993, p. 89.

ricorso alla selce, o nel gesto umano che trasforma un ramo spezzato in un bastone – una storia che coincide con quella della tecnologia, in fondo. Da un punto di vista filosofico, tuttavia, ha certamente il massimo interesse cogliere il nesso tra quel primo gesto – qualunque primo gesto si voglia assumere come emblematico – e il gesto quotidiano di pressione sulla tastiera di un computer – l’emblematico gesto di proiezione nel *cyberspace*. Tuttavia converrà, per il momento, rimandare l’approfondimento di questa riflessione, concentrando piuttosto l’attenzione sul virtuale in quanto categoria concettuale che possa costituire la chiave di lettura della tecnologia, intesa, a questo punto dell’analisi, senza mezzi termini, come *logos* della *techne*. Ovvero, come si è visto, razionalità tecnica, tecno-scienza. E la chiave di questa logica, appunto, è la virtualizzazione.

Significativamente, Lévy si ritrova a descrivere il virtuale attraverso la categoria scolastica del trivio¹⁵¹, ciò che era, come si è visto, l’originario campo di definizione della tecnologia. L’ipotesi che avanza Lévy «è che le operazioni grammaticali, dialettiche e retoriche, fulcri della forza virtualizzante del linguaggio, caratterizzino anche la tecnica e la complessità relazionale. [...] Si tratta [...] di evidenziare, dietro all’efficacia delle lingue, una struttura astratta, neutra, che caratterizza anche altri generi di attività umane in grado di sottrarci al

¹⁵¹ P. Levy, *op. cit.*, pp. 73 sgg.

qui e ora». Il *trivium*, fondamento della didattica liberale su cui poggia il *quadrivium*, è costituito da grammatica, dialettica, retorica. Ognuna di queste arti, ovvero “vie”, comporta, secondo Levy, «operazioni quasi sempre rintracciabili nei processi di virtualizzazione». La grammatica, virtualizzazione del suono, compone, a partire da fonemi, unità elementari non significanti, insiemi più o meno articolati aventi un significato, fino a formare frasi e discorsi. La dialettica, virtualizzazione del significato, istituisce corrispondenze e convenzioni tra l’ordine dei segni e l’ordine delle cose. La retorica, infine, virtualizzazione del linguaggio, indica «l’arte di *agire* sugli altri e sul mondo attraverso i segni». Come sia stato possibile lo slittamento dalla tecnologia legata al trivio, ad una tecnologia intesa soprattutto come scienza delle arti – e in particolare delle arti meccaniche – è peraltro chiarito dal passaggio che compie lo stesso Levy, mostrando quel nesso che si stava fin qui cercando, mostrando quella «struttura astratta, neutra», che è la tecnologia stessa intesa come virtualizzazione. La «grammatica tecnica», fatta di gesti elementari – come quelli che si imparano nella scherma, nella ginnastica o nella danza – e altresì di «moduli materiali elementari» – i mattoni, ad esempio – è di per sé evidente. Una «dialettica delle cose» appare, a tutta prima, più nascosta. E tuttavia, «anche la tecnica ha senso», poiché infatti l’operazione di sostituzione – che è «al cuore

della significazione» – è proprio ciò che costituisce il fondamento della tecnica: il martello *sta per* la mano, la fontana in piazza sostituisce il fiume o la sorgente, un dato gesto indica un affondo ovvero una piroetta, e così via. Per giunta, «oltre ad adempiere, come il segno, a una funzione di *sostituzione*, l'oggetto tecnico opera lo stesso tipo di *astrazione*»: come la parola “albero” indica qualunque tipo di albero e qualunque albero specifico, così una bicicletta adempie ad una funzione generale di trasporto, svincolata da qualsiasi referente specifico. Infine la tecnica ha una sua retorica, laddove «apre possibilità radicalmente nuove il cui sviluppo finisce per far crescere un mondo autonomo, creazione rigogliosa di cui nessun criterio statico di utilità può più rendere conto. [...] Quando partecipa alla creazione di nuovi scopi», la tecnica raggiunge il livello della retorica, ben visibile nel caso dei computer, sorti come semplice strumento di calcolo che però ha dato vita a forme completamente nuove di problemi, di arti, di stili di vita, di società.

L'inizio di questa storia della virtualizzazione andrà allora retrodatata forse, rispetto al primo gesto emblematico di cui si diceva, fino a farla risalire alla lingua adamitica che diede nomi alle cose, aprendo così una frattura, in seno all'essere, tra la cosa e il suo nome – il concetto, l'idea; che è poi la frattura tra reale e virtuale. Ad ogni

modo, quale che sia la sua origine, più o meno mitica, è evidente che questa storia coincide con la storia della tecnologia.

Come il virtuale, emerso, in tutta la sua portata problematica, solo di recente – nell’epoca post-moderna – porta a maturazione e al contempo rivela la struttura interna della tecnologia, così la tecnologia, fenomeno tipicamente moderno, portava in luce, rappresentandone lo sviluppo intrinseco, il senso ultimo della tecnica. Quando Boyle, in polemica con Hobbes, si sforzava di elaborare «un dispositivo in grado di isolare una parte virtuale, mobile, riproducibile, indipendente dalle persone, del sapere anche se ciò è possibile solo nell’ambito della rete circoscritta dei laboratori dotati dei mezzi necessari per riprodurre l’esperimento», facendo ruotare l’intera scienza sui *fatti*, a scapito anche della «volontà di attenersi al reale o di dire il vero», non faceva altro che «rendere la scienza una macchina virtualizzante»¹⁵², portando allo scoperto, in definitiva, la struttura tecnologica della scienza.

A questo punto acquista anche un nuovo senso la chiave di lettura heideggeriana della tecnica intesa come «pro-vocazione» del reale: essa è appunto una problematizzazione del reale, della natura – una sua virtualizzazione attraverso la logica astratta del linguaggio

¹⁵² *Ibid.*, p. 82. Cfr. su questo punto S. Shapin, S. Schaffer, *Il Leviatano e la pompa ad aria. Hobbes, Boyle e la cultura dell’esperimento*, tr. it. R. Brigati, P. Lombardi, La Nuova Italia, Roma 1994. Si veda anche B. Latour, *Il culto moderno dei fatticci*, Meltemi, Roma 2005.

provocante proprio dell'indagine scientifica (tecno-scientifica, si intende).

E acquista anche un nuovo senso la riflessione sulla biotecnologia, in quanto tecnologia nella quale sono implicati gli esseri viventi ed in generale la vita: la cosa comincia ad acquistare un senso completamente nuovo che, evidentemente, induce a considerare la sottesa virtualizzazione della vita. E si può ipotizzare, sin d'ora, un'intima connessione tra la biotecnologia così intesa e la realtà virtuale – entrambe forse legate alla realizzazione del platonismo «as a working product».

2 Le biotechnologie

2.1 – Introduzione e cenni storici.

La biotecnologia è una materia altamente interdisciplinare, in cui confluiscono biologia generale, genetica molecolare, genetica umana, medicina molecolare, virologia, microbiologia, biochimica, enzimologia, *bioprocessing*, cibernetica e ancora bioinformatica e biologia dei sistemi¹⁵³. L'interdisciplinarietà è costitutiva delle biotecnologie al punto che Scarascia Mugnozza le definisce come «l'utilizzazione interdisciplinare, l'interconnessione, di un complesso notevole di discipline biologiche, chimiche, ingegneristiche, informatiche microbiologiche, agronomiche, zootecniche, mediche, terapeutiche, farmaceutiche, industriali»¹⁵⁴.

In senso stretto, la biotecnologia come branca a sé stante e soprattutto come termine, è sorta solo di recente, con la nascita della biologia molecolare e con l'avvento dell'ingegneria genetica. Tuttavia, nella sua accezione più ampia, intesa come l'applicazione della tecnologia umana al vivente, essa ha una storia ben più lunga¹⁵⁵.

¹⁵³ R. D. Schmid, *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*, Wiley-VCH, Weinheim 2006, p. IX.

¹⁵⁴ G. T. Scarascia Mugnozza, *Introduzione alle agrobiotecnologie*, in AA.VV., *XXVI seminario sulla evoluzione biologica e i grandi problemi della biologia. Le biotecnologie*, Accademia nazionale dei Lincei, Roma 2000, p. 99.

¹⁵⁵ Per un'introduzione generale alle biotecnologie in prospettiva storica cfr., oltre a R. D. Schmid, *op. cit.*, pp. 2-7; P. Kourilsky, *Gli artigiani della vita*, tr. it. L. Tinelli, G. Dehò, Mondadori-De Agostini, Novara 1994, pp. 7-24; M. Buiatti, *Le biotecnologie*, cit., pp. 36-51; S. Jasanoff, *Fabbriche della natura. Biotecnologie e democrazia*, tr. it. E. Gambini, A. Roffi, Il Saggiatore, Milano 2008, pp. 49-53; R. Bud, *The Uses of Life. A History of Biotechnology*, Cambridge University Press, London 1993; D. Barben, *Politische Ökonomie der Biotechnologie. Innovation und gesellschaftlicher Wandel im internationalen Vergleich*, Campus Verlag, Frankfurt-New

Le tappe fondamentali che hanno segnato la nascita della biotecnologia nel XX secolo sono, sostanzialmente, due scoperte che hanno rivoluzionato la biologia: tra gli anni '50 e gli anni '70, fu riconosciuta l'esistenza delle molecole, furono scoperte le loro principali funzioni e furono chiariti i principali meccanismi che operano nelle cellule. Ma fu solo intorno al 1975 che si rese possibile la lettura dei geni che erano stati postulati a seguito dell'indagine biologica: fu l'ingegneria genetica a consentire «l'accesso ai testi»¹⁵⁶, aprendo agli scienziati la possibilità di indagare su un campo vastissimo, prima ancora che di scoperte, di applicazioni.

D'altra parte, come sottolinea Buiatti, «da oltre diecimila anni gli esseri umani si sono accorti che è possibile selezionare specie selvatiche di microrganismi, piante e animali in modo da renderle più facilmente utilizzabili sia per la produzione di cibo, sia per altri fini»¹⁵⁷, con ciò segnando l'inizio di una pratica che può a giusta ragione reclamare il titolo di biotecnologia. Sotto questo riguardo le biotecnologie non sono altro che un'insieme di pratiche volte al miglioramento genetico delle specie viventi su cui si attuano, nell'ottica di una loro domesticazione e quindi, s'intende, in vista non di un generico miglioramento delle stesse bensì di un miglioramento

York 2007, pp. 65-68; J. Sapp, *Genesis. The Evolution of Biology*, Oxford University Press, New York 2003.

¹⁵⁶ P. Kourilsky, *op. cit.*, p. 9.

¹⁵⁷ M. Buiatti, *op. cit.*, p. 36.

in relazione ai propositi umani. Le tecniche di ricombinazione del DNA, clonazione e quant'altro, non sono dunque, in questa prospettiva, che versioni moderne, e altamente raffinate, di tali pratiche millenarie, da queste derivanti come un treno può derivare dalla ruota.

Il principio fondamentale sul quale si basano tali antiche pratiche è quello di consentire, data una certa popolazione di organismi, la riproduzione dei soli esemplari che si ritengono più adatti all'uomo. È un principio molto semplice ed essenzialmente empirico che sfrutta la variabilità genetica già presente in natura, per aumentare, generazione dopo generazione, il numero di individui che presentano caratteristiche che appaiono all'uomo utili, diminuendo al contempo il numero di quegli individui che presentano caratteristiche poco desiderabili, con il semplice espediente di evitare la riproduzione di questi ultimi, favorendo invece quella dei primi.

Sulla base di questo semplice principio, o espediente, l'uomo ha domesticato il cane, dando poi vita ad una vasta varietà di razze, molto diverse tra loro, atte agli scopi più disparati: dalla caccia alla pastorizia, alla guardia, e così via. A quanto si sa, il cane fu appunto il primo essere vivente addomesticato dall'uomo. Seguì poi la domesticazione dei bovini e degli ovini (tra l'8000 e il 7000 a.C.) nonché quello dei cavalli nel 5000 a.C. circa. Ma per questa via

furono domesticate e migliorate anche piante come il grano, il riso, l'orzo e così via. E insomma nacque l'agricoltura, sulla quale si fondano, com'è noto, le prime civiltà¹⁵⁸. L'introduzione dell'agricoltura avvenne, probabilmente, attorno al VII millennio a.C. nell'Asia sud-occidentale e nell'Europa sud-orientale, diffondendosi poi, in tempi relativamente brevi, nel resto dell'Europa, fino a toccare la Britannia intorno al IV millennio a.C.

Con ogni probabilità queste primitive pratiche di miglioramento genetico nacquero in maniera del tutto spontanea e, si direbbe, casuale. Sembra che il primo uomo (ovvero, più probabilmente, la prima donna) abbia domesticato il primo cane in funzione di un'istintiva sollecitudine nei confronti delle forme giovanili, il che è a sua volta dipendente da un'evoluzione che ha condotto ad uno sviluppo considerevole delle cure parentali e che ha reso possibile, tra l'altro, un maggiore sviluppo extrauterino del cucciolo umano e quindi un maggiore sviluppo del volume cranico (impossibile se lo sviluppo fetale fosse arrivato nell'uomo ad uno stadio di completezza paragonabile a quello delle altre scimmie antropomorfe). C'è una ragione biologica, quindi, alla base della domesticazione degli animali

¹⁵⁸ Per un approfondimento sulla domesticazione in epoca preistorica e sulla nascita dell'agricoltura, cfr. J. Diamond, *Armi, acciaio e malattie. Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni*, tr. it. L. Civalleri, Einaudi, Torino 2000, pp. 77-99; M. Ehrenberg, *La donna nella preistoria*, tr. it. R. Bosi, Mondadori-De Agostini, Novara 1995, pp. 119-140, dove tra l'altro si avanza l'ipotesi che il ruolo centrale nello sviluppo di tali pratiche sia stato rivestito dalla donna.

– una propensione innata e particolarmente sviluppata a prendersi cura dei cuccioli, per cui l'uomo (la donna) tenderebbe ad adottare con estrema facilità cuccioli di altre specie, magari in difficoltà o rimasti privi delle cure materne¹⁵⁹.

Sarebbe dunque ingenuo vedere in queste pratiche un tentativo consapevole di dominio sulla natura, o di plasmare l'ambiente per renderlo più confortevole all'uomo. In primo luogo perché si dovrebbe conseguentemente supporre che anche una formica sia mossa dallo stesso consapevole desiderio di dominio, nella misura in cui, com'è noto, coltiva e alleva altri esseri viventi per la produzione di zuccheri e altre sostanze e più in generale perché, come si è visto, l'adozione interspecifica e l'adattamento di alcune specie ad altre, ovvero la domesticazione, sono fenomeni riscontrabili in natura a prescindere dall'uomo, e anzi l'addomesticamento di animali e piante ad opera dell'uomo può essere visto come un caso specifico di simbiosi, fenomeno assai diffuso in natura tra le più diverse specie e che anzi parrebbe essere uno dei motori dell'evoluzione¹⁶⁰. In secondo luogo perché, a voler superare una visione antropocentrica alquanto radicata in favore di una prospettiva più ampia e, per certi versi, olistica, si dovrebbe concludere, non senza una punta d'ironia, che, come l'uomo

¹⁵⁹ Cfr. R. Marchesini, *Post-human. Verso nuovi modelli di esistenza*, Bollati Boringhieri, Torino 2005, pp. 56 sgg.

¹⁶⁰ Cfr. in proposito J. Sapp, *Evolution by Association. A History of Symbiosis*, Oxford University Press, New York 1995.

ha selezionato e manipolato il cane o il grano, altresì questi ultimi hanno selezionato e manipolato l'uomo, adattandolo alle loro esigenze. Come afferma Diamond, «dal punto di vista delle piante [...] noi non siamo che una delle tante specie di animali che cercano inconsciamente di “domesticarle”»¹⁶¹ e che esse sfruttano per la propria riproduzione. L'uomo, in altre parole, ha domesticato piante come il grano o il mais allo stesso modo in cui le api hanno domesticato i fiori, rendendoli così profumati e colorati: entrambi, uomini e api, hanno contribuito inconsapevolmente alla riproduzione di quegli individui che presentavano caratteristiche di commestibilità, bellezza, bontà che li rendevano particolarmente appetibili e che tali individui sfruttavano – inconsapevolmente – per far sì che uomini e api si adoperassero – inconsapevolmente – per la riproduzione e la proliferazione degli stessi. Si tratterebbe insomma di un'astuzia della pianta (beninteso, inconsapevole) per indurre un animale a far da vettore per il trasporto del seme: «è il caso di quelle piante il cui seme è avvolto in un bel frutto succoso, che segnala la sua presenza grazie al colore o al profumo; l'animale di turno se lo mangia e se ne va, e i semi vengono sputati o evacuati in qualche punto distante dalla pianta madre»¹⁶². È pertanto ovvio che una pianta che abbia frutti velenosi, o

¹⁶¹ J. Diamond, *op. cit.*, p. 87.

¹⁶² *Ibid.*

anche semplicemente meno buoni, ha meno probabilità di essere “selezionata” per la propria riproduzione. In effetti, parrebbe che la storia delle mandorle, che in origine non erano commestibili, abbia seguito proprio questo corso. «Alcune piante mutarono in maniera tale da essere più gradite all’uomo, che poteva così aiutarle meglio a disperdere i semi. Le latrine potrebbero essere state i laboratori dei primi, ignari contadini»¹⁶³.

Le biotecnologie affondano dunque in questo terreno assolutamente naturale e, si può dire, ecologico, di interrelazioni tra specie e di reciproco adattamento. E tuttavia è chiaro che, per queste pratiche, non si può ancora parlare di biotecnologia in senso stretto, né si può affermare che le biotecnologie industriali siano semplicemente la declinazione tecnologica della simbiosi: vi è a tutti gli effetti un salto qualitativo, percepibile in maniera intuitiva, che pone i due fenomeni su piani assolutamente diversi, ancorché comunicanti.

A ben guardare, risulta decisamente inadeguata la definizione comunemente accettata di biotecnologia¹⁶⁴ intesa come «ogni tecnologia che utilizza organismi viventi (quali batteri, lieviti, cellule vegetali, cellule animali di organismi semplici o complessi) o loro componenti sub-cellulari purificati (organelli ed enzimi) al fine di

¹⁶³ *Ibid.*, p. 88.

¹⁶⁴ Cfr. J. Mutchinick, *Per una definizione di biotecnologia*, in N. Russo (a cura di), *L’uomo e le macchine*, cit., pp. 247-249.

ottenere quantità commerciali di prodotti utili, oppure per migliorare le caratteristiche di piante e animali, o ancora, per sviluppare microorganismi utili per specifici usi» poiché, di fatto, «una definizione così generale includerebbe ovviamente anche tecnologie produttive utilizzate da millenni, quali l'agricoltura, la zootecnia, lo sfruttamento delle attività fermentative dei microrganismi»¹⁶⁵. Come si è visto, una tale definizione è sostanzialmente corretta, così come sarebbe sostanzialmente corretto includere nelle biotecnologie anche quelle pratiche di cui si diceva poco fa. Tuttavia, in questo modo ci si preclude la possibilità di cogliere il proprio che caratterizza la biotecnologia industriale e che la distingue da quelle «tecnologie utilizzate da millenni». La definizione, pertanto, non è inadeguata in quanto scorretta, bensì in quanto «ad essa manca qualcosa di essenziale, [...] lascia da parte un aspetto fondamentale di ciò che definisce. [...] La definizione corrente di biotecnologia è inadeguata perché delle discipline che vanno a costituirla menziona unicamente il loro interagire, tacendo però il carattere che esse devono aver prima assunto affinché l'interazione avvenga in modo “già biotecnologico”»¹⁶⁶.

¹⁶⁵ Entrambe le citazioni sono da G. Poli, *Biotecnologie. Principi e applicazioni dell'ingegneria genetica*, UTET, Milano 1997, p. 3.

¹⁶⁶ J. Mutchinick, *op. cit.*, p. 249.

Attraverso il «filo conduttore» della fermentazione, è possibile rintracciare le diverse concezioni dell'organismo che si sono succedute nel corso della storia e, di conseguenza, ciò che ha reso possibile includere quella pratica millenaria che è la fermentazione tra le operazioni tipiche della biotecnologia. Come è noto, le tecniche di fermentazione affondano le loro origini sin nel neolitico, con la nascita dell'agricoltura e con la produzione regolare di cereali fermentabili¹⁶⁷. Tuttavia, inizialmente, sotto il termine di “fermentazione” si intendevano solo quelle reazioni che producono una grossa quantità di gas, con effetto di ebollizione (in latino “*fervere*”, da cui “fermentare”, vuol dire letteralmente “bollire”). Più tardi, gli alchimisti ricorsero a questo termine per indicare ogni forma di alterazione della materia la cui causa fosse sconosciuta, anche in assenza di una produzione di gas, come la saccarificazione del malto, l'acetificazione del vino, la coagulazione del latte.

I primi tentativi di dare una spiegazione scientifica al fenomeno della fermentazione risalgono sostanzialmente alla fine del XVI secolo ma solo nel 1680 Leeuwenhoek osservò gli organismi agenti nella fermentazione – le cellule del lievito. A partire da questo momento, è possibile individuare tre fondamentali teorie nell'interpretazione di tale fenomeno, etichettabili come «organismo morente», «funzione

¹⁶⁷ Cfr. R. D. Schmid, *op. cit.*, pp. 7-13.

vitale» e «macchina chimica»¹⁶⁸. La prima teoria risale a Stahl e Liebig: essa vede, nella fermentazione, il processo di decomposizione di un organismo morente, appunto, che produrrebbe un movimento vibratorio il quale a sua volta si comunicherebbe ad un corpo in quiete – nella fattispecie lo zucchero. La seconda teoria fu sviluppata da Pasteur¹⁶⁹, che interpretò la fermentazione come un forma di respirazione in assenza d'aria, ovvero una funzione vitale del lievito, che diventa in Pasteur una classe di esseri la cui respirazione non necessita, appunto, dell'ossigeno presente nell'aria. Con gli esperimenti di Eduard e Hans Büchner si giungeva infine alla «completa dissociazione tra funzione vitale e vita»¹⁷⁰, ovvero divenne possibile interpretare la funzione vitale in termini esclusivamente chimici in quanto le cellule del lievito, pur essendo morte, mostravano di essere ancora capaci di avere una funzione vitale, quale era appunto la fermentazione dello zucchero.

L'orizzonte concettuale aperto dall'esperimento dei Büchner, che in qualche modo capovolse l'intuizione di Pasteur per cui il processo chimico era il risultato di una funzione vitale, dimostrando che la funzione vitale era il risultato di un processo chimico, è di fatto lo stesso che ritroviamo espresso nella teoria che è alla base delle attuali

¹⁶⁸ J. Mutchnick, *op. cit.*

¹⁶⁹ Cfr. L. Pasteur, *Opere*, tr. it. O. Verona, UTET, Torino 1972.

¹⁷⁰ J. Mutchnick, *op. cit.*, p. 259.

biotecnologie: «gli esseri viventi sono macchine chimiche», come si esprime Monod¹⁷¹. Ciò che contraddistingue la biotecnologia attuale dalle pratiche millenarie – nella fattispecie, quelle legate alla fermentazione – è, dunque, da questo punto di vista, proprio «questa concezione dell'organismo vivente in quanto macchina chimica»¹⁷², il che è in accordo con quanto si era chiarito a proposito della concezione tecno-scientifica alla base delle moderne biotecnologie. Per quanto tali pratiche siano millenarie, e per quanto l'uomo, attraverso tali pratiche, abbia sempre sfruttato organismi viventi in funzione di una produzione, ancorché inconsapevolmente, è solo con la consapevolezza del processo, in primo luogo, e soprattutto con la concezione dell'organismo come macchina chimica, che si dà un qualcosa che possa essere definito a pieno diritto biotecnologia, ovvero appunto una tecnologia applicata al vivente, declinato in funzione di macchina per la produzione – industriale – di sostanze utili all'uomo (nel caso della fermentazione e della biochimica, ma più in generale per l'ottenimento di un qualunque scopo prefissato).

¹⁷¹ J. Monod, *Il caso e la necessità*, tr. it. A. Busi, A. Mondadori, Milano 1997, p. 45.

¹⁷² J. Mutchinick, *op. cit.*, p. 261.

2.2 – La genetica.

Lungi dal voler effettivamente costituire una esauriente disamina storica, queste riflessioni aiutano a cogliere la peculiarità, per non dire l'essenza, delle attuali biotecnologie e, consentono di guardare ad esse da una prospettiva filosofica, fondamentale, del resto, per coglierne la portata, al di là dei vantaggi o dei rischi che possa apportare questa o quella particolare tecnica. Peraltro, in questo modo è possibile anche chiarire cosa sia ciò che accomuna tutte le discipline, tra loro molto diverse, che ruotano attorno alla biotecnologia, sostanziandola in pratiche che a tutta prima non paiono avere nulla in comune e che appunto divengono biotecnologiche soltanto in questa cornice teorica, che vede nel vivente una «macchina chimica».

Quello delle tecniche di fermentazione è tuttavia un settore molto specifico delle biotecnologie. Per quanto sia corretta l'impostazione metodologica seguita fin qui, che individua l'orizzonte paradigmatico entro cui tali tecniche possono dirsi «già biotecnologiche», nondimeno queste ultime entrano a far parte della biotecnologia solo dopo l'introduzione di questo concetto che è andato ad unire quell'insieme di pratiche e conoscenze tra cui figura anche la biochimica. Bisogna tener presente che l'esperimento dei Büchner, sebbene offra la possibilità affinché la biochimica entri a far parte della biotecnologia –

o meglio affinché le tecniche di fermentazione divengano biochimica – non la inserisce ancora, di fatto, in quella interdisciplinarietà che è la biotecnologia, per il semplice fatto che quest’ultima ancora non esiste a quel tempo.

Come si è visto, affinché nasca qualcosa che si possa definire a tutti gli effetti biotecnologia, bisogna aspettare la rivoluzione biologica della metà del Novecento. E bisogna guardare alla genetica.

Com’è noto, la genetica nacque grazie agli studi di Mendel¹⁷³. Per quanto il semplice principio della selezione per il miglioramento genetico fosse inconsapevolmente applicato dall’uomo già da millenni, come si è visto, fu solo grazie alle leggi osservate da Mendel, riscoperte agli inizi del Novecento, che ci si rese conto di come agisse quel principio e su quali basi poggiasse la sua applicazione.

Mendel nacque nel 1822 da famiglia contadina. Terminò, non senza difficoltà, gli studi scientifici nel 1843 – fondamentale fu il

¹⁷³ Su Mendel e sulla genetica mendeliana cfr. M. Buiatti, *Le biotecnologie*, cit., pp. 37-43; R. Lewontin, *Darwin, Mendel e la mente*, in id., *Il sogno del genoma umano e altre illusioni della scienza*, tr. it. M. Sampaolo, Laterza, Roma-Bari 2004, pp. 61-73; E. Gallori, *Genetica*, Giunti, Firenze 1997, pp. 10-21; S. Aldridge, *Il filo della vita. Storia dei geni e dell’ingegneria genetica*, tr. it. G. Sabato, Dedalo, Bari 1999, pp. 39-41; L. Wolpert, *La natura innaturale della scienza*, tr. it. A. R. Vignati, L. Lucentini, Dedalo, Bari 1996, pp. 139-141; A. Serra, *Un modello di dinamica della ricerca sperimentale. Lo sviluppo della teoria del gene*, in C. Huber (a cura di), *Teoria e metodo della ricerca scientifica*, Gregoriana, Padova 1981, pp. 65-73; G. Mangiarotti, *Dai geni agli organismi. Biologia cellulare e genetica*, Piccin, Padova 1994, pp. 347-423; J. Schwartz, *In pursuit of the Gene. From Darwin to DNA*, Harvard University Press, Cambridge-London 2008, pp. 86-103. Per una biografia di Mendel cfr. *Mendel* in AA.VV., *The American Heritage Science Dictionary*, Houghton Mifflin, Boston 2005 pp. 391-392; E. C. R. Reeve, I. Black, *Encyclopedia of Genetics*, Taylor & Francis, Oxford 2001, pp. 62-67; R. M. Henig, *The Monk in the Garden. The Lost and Found Genius of Gregor Mendel, the Father of Genetics*, Houghton Mifflin, Boston 2001; H. Iltis, *Gregor Johann Mendel. Leben, Werk und Wirkung*, J. Springer, Berlin 1924.

sostegno economico della sorella. Nell'ottobre dello stesso anno entrò nel monastero agostiniano di Brunn (Brno), convinto della necessità di liberarsi dalle preoccupazioni materiali per potersi dedicare unicamente allo studio e alla ricerca scientifica. Questo percorso, del resto, spiegherebbe anche, secondo Lewontin, la diversa fortuna di Mendel rispetto a Darwin e fu il principale motivo per cui la sua opera rimase sostanzialmente sconosciuta finché non fu riscoperta dal botanico olandese Hugo de Vries: a differenza di Darwin, Mendel non ebbe mai modo di instaurare contatti con i massimi scienziati dell'epoca né di pubblicizzare la sua opera e diffonderla presso le accademie e le associazioni scientifiche. L'unica personalità di un certo rilievo con la quale egli tenne una corrispondenza fu Nägeli, che egli contattò solo dopo aver effettuato le sue osservazioni sui piselli e che, tra l'altro, lo condusse su un binario morto della ricerca, «che costò a Mendel cinque anni di frustrazioni e affaticò ulteriormente la sua vista già precaria»¹⁷⁴, suggerendogli di dedicarsi allo studio del genere *Hieracium*, che presenta caratteristiche peculiari di riproduzione.

Ad ogni modo, le indagini di Mendel furono svolte in un piccolo appezzamento del giardino del monastero, dove egli osservò la trasmissione dei caratteri nelle piante di piselli. Egli scelse, per le sue

¹⁷⁴ R. Lewontin, *op. cit.*, p. 71.

ricerche, il *Pisum sativum*, che aveva il vantaggio di essere facilmente coltivabile e di riprodursi più volte nel corso dell'anno, aumentando quindi la ripetibilità delle osservazioni. Concentrò la sua attenzione su sette coppie di caratteri unitari, ovvero di quei caratteri che presentano due sole forme alternative (ad esempio, il colore del seme poteva presentarsi unicamente nelle varianti giallo e verde). SeleZIONò delle linee pure, ovvero quelle piante che per autofecondazione generavano sempre piante con lo stesso carattere, e quindi procedette ad incrociarle fra loro di modo che le piante della generazione parentale differissero tra loro per un solo carattere o al massimo per due. Quindi analizzò, qualitativamente e quantitativamente, per ogni incrocio, i discendenti della prima e della seconda generazione. Ovvero raggruppò la discendenza in classi che differivano per il carattere preso in esame (analisi qualitativa) e contò il numero degli individui appartenente a ciascuna classe (analisi quantitativa).

Attraverso questo esperimento egli dedusse le tre leggi che portano il suo nome¹⁷⁵ e, di fatto, fondò la genetica, o meglio quella che oggi è conosciuta come genetica mendeliana. Egli si rese conto

¹⁷⁵ Le leggi di Mendel affermano che: 1. la progenie derivante dall'incrocio fra due individui appartenenti a linee pure e differenti per un carattere ereditario, è costituito da individui uguali tra loro che mostrano il carattere di uno solo dei genitori (*legge della dominanza*); 2. i due alleli di un gene si separano durante la formazione dei gameti, in modo tale che ogni gamete contiene un solo allele di ogni coppia (*legge della segregazione*); 3. Nell'incrocio tra due individui appartenenti a linee pure, differenti per più di un carattere ereditario, tali caratteri si assortiscono indipendentemente l'uno dagli altri durante la formazione dei gameti e si combinano in maniera casuale (*legge dell'assortimento indipendente*). Per un approfondimento degli esperimenti di Mendel cfr. A. F. Corcos, F. V. Monagan, *Gregor Mendel's Experiments on Plant Hybrids. A Guided Study*, Rutgers University Press, New Brunswick 1993.

che ogni carattere era determinato da un fattore materiale (quello che in seguito fu definito “gene”), che viene trasmesso dai genitori ai discendenti attraverso i gameti, tramite la riproduzione. Inoltre suppose che tali fattori dovessero esistere in forme alternative, ovvero alleli, e che ogni organismo possiede due copie di ogni fattore per ogni carattere ereditato che derivano dai due genitori che si separano al momento della produzione dei gameti.

Egli giunse a queste conclusioni per via puramente teorica, poiché aveva osservato che, attraverso l’incrocio monoibrido, ovverosia incrociando due piante che mostravano un solo carattere divergente (ad esempio seme liscio/rugoso), tutte le piante della prima generazione presentavano uno solo dei due caratteri (quello dominante); ma sottoponendo ad autofecondazione le piante della prima generazione, la seconda generazione risultava composta sia da piante portatrici dell’uno sia da piante portatrici dell’altro carattere: cioè il carattere recessivo ricompariva nella seconda generazione (erano presenti sia piante a seme liscio sia piante a seme rugoso), e precisamente in numero di una pianta su quattro. Attraverso l’incrocio diibrido, invece, ovvero attraverso l’incrocio tra piante di linea pura che differivano per due caratteri (ad esempio seme giallo/verde e liscio/rugoso), Mendel si rese conto che, mentre la prima generazione era composta per intero da piante che presentavano entrambi i caratteri

dominanti (nella fattispecie, semi lisci e gialli), nella seconda generazione, oltre alla ricomparsa del carattere recessivo, comparivano piante che presentavano assortimenti diversi, combinazioni di caratteri dominanti e recessivi (ad esempio, semi gialli e rugosi, oppure verdi e lisci), ovvero fenotipi ricombinanti.

Attraverso queste osservazioni, Mendel sostanzialmente, tra l'altro, la teoria dell'evoluzione di Darwin, mostrando il funzionamento interno dell'ereditarietà. Si deve comunque tener presente il carattere puramente teorico, deduttivo, delle sue conclusioni. I fattori materiali individuati da Mendel, che furono chiamati geni dal botanico danese Johannsen nel 1909, rimasero ancora di fatto ipotetici fino a che non si individuaron i cromosomi e non si comprese la struttura del DNA.

Nel frattempo Galton, che nacque nello stesso anno di Mendel, sviluppava le sue ricerche nel campo della biometria, dando vita a quella che è conosciuta come genetica dei caratteri quantitativi¹⁷⁶. A differenza dei caratteri analizzati da Mendel, che erano qualitativi, i caratteri quantitativi non esistono in forme alternative – come il colore, ad esempio, dei semi di pisello, che poteva essere o giallo o

¹⁷⁶ Su Francis Galton cfr. M. G. Bulmer, *Francis Galton. Pioneer of Heredity and Biometry*, JHU Press, Baltimore 2003; N. W. Gillham, *A Life of Sir Francis Galton. From African Exploration to the Birth of Eugenics*, Oxford University Press, New York 2001; id., *Francis Galton*, in E. C. R. Reeve, I. Black, *op. cit.*, pp. 84-92; D. W. Forrest, *Francis Galton. The Life and Work of a Victorian Genius*, Taplinger, London 1974. Sulla biometria e in generale sulla genetica dei caratteri quantitativi cfr. G. Preite, *Il riconoscimento biometrico. Sicurezza versus privacy*, UNI Service, Trento 2008, pp. 15-38; I. Barrai, *Introduzione alla genetica dei caratteri quantitativi*, Piccin, Padova 1980.

verde – bensì variano secondo una gamma continua di valori. L'altezza e il peso sono un classico esempio di simili caratteri. Galton aveva osservato che, misurando l'altezza di una popolazione e rappresentando i risultati su un diagramma, si ottiene una tipica curva gaussiana, continua e simmetrica, che mostra chiaramente come i valori dell'altezza si distribuiscano uniformemente attorno ad un valore medio, per diminuire in maniera costante verso i due estremi¹⁷⁷. In effetti, per i caratteri quantitativi sembrano applicabili meglio le leggi della statistica che non quelle di Mendel.

Si sviluppò dunque un acceso dibattito tra la scuola mendeliana, che tendeva a considerare come assolutamente precisa la corrispondenza tra geni e fenotipo, e quella di Galton, che invece aveva un approccio statistico e meno determinista. Il dibattito perdurò finché Johanssen e Nilsson-Ehle non dimostrarono che l'andamento dei caratteri quantitativi poteva essere interpretato anche in termini mendeliani, osservando che i geni che controllano il carattere in questione potessero essere più di uno e che la loro azione potesse essere influenzata dalla storia e dall'ambiente esterno¹⁷⁸.

¹⁷⁷ Cfr. M. Buiatti, *op. cit.*, pp. 38 sg.

¹⁷⁸ *Ibid.*, p. 40. Buiatti descrive il fenomeno in questi termini: «Se poniamo [...] che i geni di controllo siano anche solo una decina presenti come sempre in due copie ciascuno ($a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}$) avremo in tutto venti alleli e ognuno darà al valore di un carattere un contributo più o meno positivo. Poniamo ad esempio che i contributi possano essere di +1 o +3, se tutti e venti gli alleli (10 **3** 2) avranno il valore massimo, si raggiungerà +60, se un allele ha il valore più basso +58, se due alleli hanno il valore più basso +56 e quando tutti assumeranno il valore inferiore +20. Se si tiene poi conto che ogni combinazione, a causa degli effetti ambientali,

Galton si accostò agli studi sull'ereditarietà dei caratteri perché era interessato a quella che egli stesso definì eugenica, ovvero scienza del miglioramento della razza¹⁷⁹. In effetti, le principali ricadute dei suoi studi sono da ricercarsi nel campo della selezione di animali e piante – per quanto è noto come abbiano influito anche sull'eugenetica razzista tanto nei paesi anglosassoni quanto nella Germania nazista¹⁸⁰. L'affinamento delle tecniche matematiche e statistiche rese possibile prevedere fino a che punto poter effettivamente migliorare i caratteri e consentì di studiare i metodi migliori per utilizzare la variabilità genetica esistente nelle specie allevate o coltivate. I due problemi più grossi che derivavano dalle analisi della scuola biometrica erano, da un lato, l'impossibilità di stabilire con precisione dove finisse il ruolo svolto dal genotipo per lo sviluppo di un determinato carattere e dove cominciasse invece quello svolto dall'ambiente e, dall'altro, l'impossibilità di intervenire su un singolo carattere senza intaccare

non dà solo un valore, ma ne può dare diversi a seconda delle condizioni in cui si trova l'individuo che analizziamo, raggiungeremo facilmente una distribuzione dei dati di frequenza dei valori molto simile a quella gaussiana osservata da Galton».

¹⁷⁹ Cfr. S. Kühl, *The Nazi Connection. Eugenics, American Racism and German National Socialism*, Oxford University Press, New York 1994, p. 4: «[Francis Galton] defined eugenics as “the science of improving the stock”. In his view, the eugenics movement should aim to give “the more suitable races or strains of blood a better chance of prevailing speedily over the less suitable”». Cfr. anche J. Schwartz, *op. cit.*, pp. 4-43. Sull'eugenica, cfr. L. A. Hall, *Eugenics*, in S. Lock, J. M. Last, G. Dunea (eds.), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.

¹⁸⁰ Sulle relazioni del darwinismo sociale di Galton con l'eugenetica nazista e non, cfr. (oltre al succitato S. Kühl, *The Nazi Connection*): A. D'Onofrio, *Razza, sangue e suolo. Utopie della razza e progetti eugenetici nel ruralismo nazista*, ClioPress, Napoli 2002, in particolare pp. 49-52; D. Kevles, *In the Name of Eugenics. Genetics and the Uses of Human Heredity*, Harvard University Press, Cambridge-London 1995, pp. 4-19; A. La Vergata, *Guerra e darwinismo sociale*, Rubbettino, Catanzaro 2005, pp. 52-55; R. Bernasconi, T. L. Lott, *The Idea of Race*, Hackett, Indianapolis 2000, pp. 79-83.

l'equilibrio sottile che è presente in un organismo e quindi, di fatto, senza rischiare di peggiorare le altre caratteristiche, a causa della profonda interdipendenza dei geni. Alla fine, la pratica che risultò più proficua rimase sostanzialmente quella più empirica, ancora oggi quella più praticata: l'incrocio, che consente di rimescolare le caratteristiche ereditarie per poi unire a caso i risultati del rimescolamento e selezionare quindi i migliori individui all'interno della progenie così ottenuta. Altre tecniche specifiche, come il reincrocio o l'ibridazione si basano sostanzialmente sullo stesso principio e costituiscono applicazioni particolari dell'incrocio¹⁸¹. In generale, la genetica dei caratteri quantitativi non ha fatto altro che rendere più efficienti le tecniche già in uso, aumentando le capacità di predire i risultati in base alla conoscenza del patrimonio genetico di partenza. Non si assiste ancora a quel salto qualitativo (oltre che quantitativo) nei processi riproduttivi – che, di fatto, rimangono iscritti nell'ordine dell'evoluzione naturale – che costituisce lo specifico della biotecnologia.

¹⁸¹ Cfr. M. Buiatti, *op. cit.*, pp. 38-47.

2.3 – La scoperta del DNA.

In effetti, il principale problema per la genetica rimaneva il fatto che i geni non erano altro che pura astrazione. Come afferma Kourilsky: «Quando si riflette sullo straordinario sviluppo della genetica, non si può che essere colpiti dallo straordinario sforzo di astrazione che ha diretto l'elaborazione del concetto di gene. Concepire queste specie di atomi (nel senso di unità indivisibili) del determinismo genetico, dimostrandone l'esistenza mediante esperimenti rigorosi condotti con strumenti di analisi estremamente semplici, mentre gli oggetti analizzati (piante o animali) presentavano un'enorme complessità, costituisce uno sforzo di astrazione incredibile»¹⁸². I geni, sin da quando Johanssen coniò il termine nel 1909 (e sin da quando, con altri nomi, si conoscevano in forza degli esperimenti di Mendel), rimasero per lungo tempo entità logiche, che «sfuggivano ad ogni analisi diretta e potevano essere percepiti solo osservando gli effetti del loro funzionamento, o meglio del loro presunto non funzionamento»¹⁸³.

Fu con la scoperta che il DNA era portatore di informazione genetica che i geni cominciarono a perdere di astrattezza e a divenire un po' più reali. Il DNA era stato isolato per la prima volta dal

¹⁸² P. Kourilsky, *op. cit.*, p. 41.

¹⁸³ *Ibid.*

biochimico svizzero Friedrich Miescher nel 1869, tre anni dopo gli esperimenti di Mendel. Miescher¹⁸⁴ era nipote dell'anatomista Wilhelm His, tra i fondatori della biologia molecolare, e, terminati gli studi medici, lavorò a Tübingen con il famoso chimico Felix Hoppe-Seyler presso il primo laboratorio interamente dedicato agli studi biochimici. Miescher era particolarmente interessato allo studio del contenuto chimico delle cellule. Fu osservando il nucleo dei globuli bianchi presenti in gran quantità nel pus di cui erano impregnate le bende della clinica locale presso cui si riforniva di materiale, che Miescher scoprì una nuova sostanza, la quale compariva qualora alle cellule fosse aggiunta una soluzione alcalina. Osservandola al microscopio, egli si rese conto che tale sostanza faceva scoppiare i nuclei, dai quali si sprigionava il contenuto. La sostanza che si otteneva per questa via fu nominata da Miescher "nucleina", dal momento che, appunto, sembrava essere contenuta nel nucleo della cellula. Analizzandola si rese conto che si trattava di un acido contenente fosforo, per cui non poteva rientrare tra le sostanze della cellula già note, come proteine, carboidrati e lipidi. Proseguendo le indagini, Miescher constatò che la nucleina era presente in molte altre cellule. In particolare, egli si concentrò sugli spermatozoi dei salmoni

¹⁸⁴ Su Miescher e sulla storia della scoperta del DNA cfr. S. Aldridge, *Il filo della vita*, cit., pp. 10-27.

del Reno, poiché il 90% di queste cellule era costituito dal nucleo, dal quale riuscì ad estrarre una semplice proteina, la protamina, presente solo nei nuclei spermatici. In seguito, Albrecht Kossel identificò una proteina simile, presente in tutti gli altri nuclei, l'istone. Diventava chiaro, pertanto, quali fossero gli elementi contenuti nel nucleo. Ciò che risultava difficile stabilire, però, era quale elemento fosse responsabile della trasmissione ereditaria.

Nel 1879 il chimico tedesco Walter Flemming scoprì minuscole strutture filamentose presenti nel nucleo, costituite da un materiale che egli chiamò cromatina, poiché assorbiva il colore dei reagenti con cui si coloravano cellule e tessuti allo scopo di osservarli. In seguito, tali filamenti furono chiamati cromosomi. La scoperta dei cromosomi rese possibile osservare il fenomeno della mitosi. La cromatina, che conteneva la nucleina, risultava dunque essere responsabile dell'eredità. Nel 1884 Hertwig sostenne che la sostanza responsabile della trasmissione dei caratteri ereditari dovesse essere la nucleina.

Miescher, tuttavia, non accettò mai le idee di Hertwig. Egli riteneva piuttosto che l'informazione ereditaria dovesse essere trasmessa attraverso un codice chimico conservato in grosse molecole, come le proteine. Nel 1892 egli scrisse a suo zio, Wilhelm His, che le unità chimiche presenti nelle molecole dovevano costituire una sorta di linguaggio, proprio come le lettere dell'alfabeto che compongono le

parole. In qualche modo, tanto Hertwig quanto Miescher erano nel giusto.

Per lungo tempo, del resto, si guardò alle proteine come principale veicolo dell'ereditarietà. All'inizio del Novecento tutto ciò che si sapeva del DNA era la sua composizione: un gruppo fosfato, uno zucchero (il desossiribosio) e le basi azotate. Fu Phoebus Levene, un biochimico del Rockefeller Institute for Medical Research, ad analizzare il modo in cui tali elementi si combinavano tra loro. Egli mostrò che i tre componenti erano uniti da legami chimici a formare delle unità, che egli chiamò nucleotidi, in cui lo zucchero fungeva da ponte tra il fosfato e la base. Tali nucleotidi si disponevano in fila per mezzo di legami chimici tra i gruppi di fosfato, a formare quella che sembrava una sorta di collana di perle. Levene, tuttavia, era convinto che le basi azotate si disponessero secondo un ordine ben preciso, ripetuto lungo tutti gli anelli della catena in maniera identica. Inoltre immaginava che la molecola di DNA fosse molto più piccola (supponeva che fosse composta da non più di una decina di nucleotidi) di quanto si sia poi effettivamente rivelata, in parte a causa del fatto che, essendo molto fragile, tendeva a spezzarsi ogniqualvolta la si sottoponeva a manipolazioni meccaniche, durante gli esperimenti. Per queste ragioni, Levene continuava a credere che il DNA svolgesse solo un ruolo di supporto, abbastanza marginale, nella trasmissione

dei caratteri ereditari, limitandosi a mantenere nella giusta posizione le proteine presenti nel nucleo.

Fu Oswald Theodore Avery¹⁸⁵, nel 1944, a dimostrare che il DNA, e non le proteine, è il fattore fondamentale nella trasmissione genetica, ovvero il «principio trasformante»¹⁸⁶. Insieme a Colin McLeod e Maclyn Macarty, egli tenne un esperimento nel quale isolò i diversi tipi di macromolecole presenti all'interno della membrana cellulare di un batterio (proteine, polisaccaridi, acidi nucleici e lipidi) per capire quali di queste sostanze fosse in grado di trasformare il ceppo non virulento del batterio in quello virulento. Tutte, eccetto l'acido desossiribonucleico, erano incapaci di alcun effetto trasformante. Secondo le parole di Avery: «gli acidi nucleici devono essere considerati in grado di possedere specificità biologiche la cui base resta, per ora, indeterminata»¹⁸⁷.

L'esperimento di Avery, tuttavia, incontrò molte resistenze da parte della comunità scientifica. In particolare risultava molto difficile credere che l'uniformità chimica del DNA potesse essere responsabile

¹⁸⁵ Per un approfondimento dell'esperimento di Avery cfr. I. Barrai, *op. cit.*, pp. 96 sg.

¹⁸⁶ Il principio trasformante indica quel principio scoperto tramite l'esperimento di Griffith del 1928, oggi ricordato come il primo esperimento documentato di ingegneria genetica (per quanto all'epoca, ovviamente, non fosse percepito come tale): Griffith mescolò pneumococchi lisci (il ceppo virulento dell'esperimento di Avery, causa della polmonite), che aveva ucciso col calore, a pneumococchi ruvidi vivi (un ceppo non incapsulato, e quindi innocuo perché facilmente neutralizzato dal sistema immunitario), scoprendo che tale miscuglio risultava fatale se inoculato nei topi. I microbi lisci, pur essendo morti, avevano trasferito in qualche modo la loro virulenza ai microbi ruvidi, i quali l'avevano poi trasmessa alla loro progenie. La sostanza trasferita dai microbi lisci a quelli ruvidi fu denominata, appunto, «principio trasformante», che si rivelò essere il DNA grazie all'esperimento di Avery. Cfr. *ibid.*, pp. 93-96.

¹⁸⁷ Cit. in *ibid.*

di una variabilità che sembrava più logico fosse conseguente alla variabilità delle proteine. Fu il successivo esperimento di Hershey e Chase, nel 1952, a mostrare definitivamente che il materiale genetico è contenuto nel DNA¹⁸⁸. Lavorando sui batteriofagi, che sono virus composti unicamente da acido nucleico rivestito da un involucro proteico, essi si proposero di infettare alcuni batteri (*Escherichia coli*) per stabilire quale delle due componenti fosse entrato nelle cellule batteriche infette, e quindi quale delle due contenesse il materiale genetico. A questo scopo marcarono radioattivamente tanto il nucleo quanto l'involucro proteico del virus, sfruttando la diversa composizione chimica tra DNA e proteine (il fosforo è presente solo nel DNA mentre lo zolfo solo nelle proteine). In questo modo essi potevano seguire il destino delle due componenti dopo l'infezione. I batteriofagi, infatti, inoculano nel batterio solo il materiale contenente le istruzioni genetiche utili alla riproduzione, lasciando un involucro vuoto all'esterno. Dopo aver quindi mescolato batteri e fagi (contrassegnati), ad infezione avvenuta, Hershey e Chase passarono a dividere la coltura di batteri infettata dagli involucri dei virus, per mezzo di un semplice frullatore Waring. A quel punto, scoprirono che nelle cellule dei batteri era presente fosforo radioattivo, e non zolfo, che invece fu ritrovato nell'involucro vuoto dei fagi: le proteine

¹⁸⁸ Sull'esperimento di Hershey-Chase cfr. *ibid.*, pp. 97-100; S. Aldridge, *op. cit.*, pp. 24-27.

avevano dunque svolto un mero ruolo di protezione nei confronti del DNA, che risultava quindi, a conferma dell'esperimento di Avery, l'unico agente responsabile della riproduzione.

Si apriva così un territorio completamente nuovo, in cui era possibile scorgere, nelle parole di Chargaff, «[...] con contorni ancora confusi, i fondamenti di una grammatica della biologia. Avery ci aveva dato il primo testo di una nuova lingua, o meglio ci aveva mostrato dove cercarlo»¹⁸⁹. Erwin Chargaff¹⁹⁰ diede uno dei maggiori contributi alla comprensione del DNA. Utilizzando le tecniche di cromatografia gli fu possibile analizzare la composizione delle basi all'interno del DNA, superando, tra l'altro, la concezione di Levene: adenina, citosina, guanina e timina (le note basi A, C, G, T) non risultavano essere presenti in numero uguale. Le diverse percentuali, piuttosto, variavano a seconda della specie: nel DNA umano, ad esempio, il 30,9% del contenuto di basi è adenina, mentre la stessa base si trova al 27,3% nel lievito. Il dato più interessante era che tali percentuali non variavano né a seconda del tessuto estratto né in base all'individuo della stessa specie. I risultati erano identici sia che si estraesse DNA dal bulbo di una cipolla, ad esempio, sia che lo si estraesse da una foglia o anche da un'altra cipolla. Inoltre, a

¹⁸⁹ Cit. in S. Aldridge, *op. cit.*, p. 27.

¹⁹⁰ Su Chargaff cfr. *ibid.*, pp. 27-29.

prescindere da quale campione di DNA si studiasse, il numero di molecole di adenina era sempre identico al numero di molecole di timina, e così pure la quantità di guanina risultava essere sempre identica alla quantità di timina.

Questi risultati furono pubblicati nel 1950. Tre anni più tardi Watson e Crick giunsero al loro celebre modello a doppia elica, che resero noto il 25 aprile 1953¹⁹¹. Questo modello, raffigurato sulle copertine e nelle illustrazioni della maggior parte dei libri di biologia e di genetica, è diventato presto l'emblema dell'era biotecnologica e a tutt'oggi costituisce un simbolo ben radicato nell'immaginario collettivo e nella visione scientifica della realtà. Si può non sapere come è fatto il chip di un computer, per quanto ormai tutti si ritrovino oggi a confrontarsi con queste macchine, ma chiunque sa, almeno a grandi linee, come è fatto il DNA, per quanto siano in pochi ad averlo mai effettivamente visto. Questo fatto mette in luce l'aspetto più importante del modello elaborato da Watson e Crick: la sua estrema, geniale, semplicità.

¹⁹¹ I famosi articoli con cui i due scienziati pubblicarono i loro risultati sono J. D. Watson, F. H. C. Crick, *Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Deoxyribonucleic Acid*, in *Nature*, 1953, 171, pp. 737-738 e id., *Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid*, in *ibid.*, pp. 964-967. Le informazioni sulla struttura del DNA e le descrizioni del modello sono diffusissime e sono facilmente reperibili su qualunque manuale di biologia e di genetica, oltre che nella maggior parte dei saggi e dei siti internet dedicati all'argomento. Sia Watson che Crick hanno inoltre pubblicato, successivamente, dei resoconti personali in J. D. Watson, *La doppia elica*, Garzanti, tr. it. M. Attardo Magrini, Milano 1968 (poi in id., *La doppia elica. Trent'anni dopo*, tr. it. B. Vitale, M. Attardo Magrini, Garzanti, Milano 1982); e in F. H. C. Crick, *La folle caccia. La vera storia della scoperta del codice genetico*, Rizzoli, Milano 1990.

Il modello ad elica era già costruito intorno al 1951: Watson e Crick erano convinti che il DNA dovesse essere una molecola autoreplicante che produceva copie di se stessa durante la divisione cellulare, e la struttura ad elica pareva costituire il modello ideale per includere tali proprietà. Ma la chiave stava nelle osservazioni di Chargaff sulle quantità delle basi presenti nel DNA. E fu proprio Chargaff, che nel 1952 fece visita al Cavendish Laboratory, dove lavoravano i due scienziati, ad indurre Crick alla soluzione dell'enigma: questi si rese conto che, se in ogni molecola di DNA era presente lo stesso numero di adenina e timina così come lo stesso numero di guanina e citosina, l'unica conclusione possibile doveva essere che l'adenina si appaiasse sempre con la timina e la guanina con la citosina. Sulla base di questa intuizione Watson e Crick passarono ad elaborare un modello a doppia elica, che implementasse dunque le regole di appaiamento delle basi. Jerry Donohue suggerì poi che tra le basi si potessero formare dei legami a idrogeno, un tipo di debole legame chimico che si riscontra anche nelle molecole dei carboidrati e nelle proteine, oltre che tra le molecole d'acqua. Per questa via Watson e Crick giunsero al modello definitivo del DNA: una doppia elica con le basi rivolte all'interno, una di fronte all'altra, unite da legami a idrogeno, con lo scheletro composto da fosfati a

tenere insieme l'intera molecola, e con il desossiribosio a fare da ponte tra il fosfato e la relativa base.

Il modello di Watson e Crick ha innumerevoli meriti. In primo luogo, come si è già detto, esso è semplice e chiaro, il che spiega quella capacità di «catturare immediatamente l'immaginazione scientifica e popolare come nessun'altra scoperta aveva fatto dopo i progressi della fisica atomica» che ha sottolineato Sheila Jasanoff¹⁹². Inoltre esprimeva con immediatezza e chiarezza la funzione del DNA, suggerendo tra l'altro la possibilità di una replicazione controllata dall'uomo. Nelle parole di Watson e Crick, non sfuggì loro «il fatto che l'accoppiamento specifico che abbiamo postulato suggerisca immediatamente un possibile meccanismo di trascrizione del materiale genetico»¹⁹³. Ma il grande successo di questo modello non è spiegabile in base a dati puramente tecnici, né solo in base alla sua semplicità ed eleganza. Il fatto è che il modello a doppia elica sembra essere la chiave interpretativa di tutto il mondo biologico, una vera e propria *mathesis universalis* che dia accesso alla comprensione della vita. «“Ogni scolareto sa” che il DNA è un lungo messaggio chimico

¹⁹² S. Jasanoff, *op. cit.*, p. 49.

¹⁹³ J. D. Watson, F. H. C. Crick, *Molecular structure*, cit., p. 738. Il passo tradotto è citato in S. Jasanoff, *ibid.*

scritto in un linguaggio a quattro lettere», come si esprime Crick¹⁹⁴. La semplicità e l'eleganza di questo modello ne costituiscono un aspetto intrinseco e necessario, dato che esso costituisce il linguaggio elementare del vivente, ma la sua forza consiste proprio nel fatto che esso rivela la grammatica di tale linguaggio, il “codice della vita”, come sovente viene definito. Esso si è imposto, mostrando una carica talvolta non scevra di misticismo, come una chiave di lettura potentissima, capace di catalizzare l'immaginario collettivo e filosofico, ben oltre la portata della genetica: non è un caso che sia stato sovente accostato al principio taoista degli opposti¹⁹⁵, ma anche, e non è un dato secondario, al codice binario dell'informatica.

Tuttavia, per quanto con il DNA si fosse trovata la chiave di lettura del “codice della vita”, l'«accesso ai testi», come si esprime Kourilsky, rimase precluso ancora per diversi anni¹⁹⁶. In effetti, il DNA è «un insieme immenso di molecole. Queste ultime differiscono per le loro rispettive lunghezze e per la sequenza delle quattro basi A, T, G e C di cui sono costituite. Si era dunque definito solamente l'aspetto strutturale comune dei geni, senza sfiorare la specificità della loro struttura. Così, nonostante che l'esistenza della doppia elica fosse

¹⁹⁴ F. H. C. Crick, *What Mad Pursuit. A Personal View of Scientific Discovery*, Basic Books, New York 1990, p. 62: «“Every schoolboy knows” that DNA is a very long chemical message written in a four-letter language».

¹⁹⁵ Cfr., ad esempio, S. Canevaro (a cura di), *Tao. La legge universale della natura*, Rusconi, Rimini 2006, p. 46.

¹⁹⁶ Cfr. P. Kourilsky, *op. cit.*, pp. 41-44.

conosciuta, che il meccanismo globale del funzionamento dei geni fosse chiarito e che il codice genetico fosse stato decifrato, i geni restavano indefiniti, essenzialmente astrazioni quasi irriducibili»¹⁹⁷.

Il problema principale consisteva nel fatto che, per poter “leggere i testi”, ovverosia per poter essere capaci di analizzare i geni, si sarebbe dovuto analizzare per prima cosa la sequenza delle loro basi, ciò che rimaneva ancora sostanzialmente impraticabile in un miscuglio di geni quale si presentava all’osservazione del DNA; si trattava pertanto di purificare i geni, cioè di isolarli e analizzarli singolarmente. Alcuni virus hanno la caratteristica di possedere pochi geni, a volte addirittura solo tre o quattro, racchiuso in un involucro di proteine: la loro struttura così semplice li rese per diverso tempo un campo di analisi privilegiato (lo si è visto nel caso degli esperimenti di Griffith e di Avery), poiché rendeva facilmente possibile, oltreché ottenerne in abbondanza a causa della loro eccezionale capacità di moltiplicazione, la loro purificazione e l’estrazione del DNA. Da tali virus si estrassero i primi geni specifici, che funsero da modelli di studio e permisero lo sviluppo delle prime tecniche per la determinazione delle sequenze di geni. Tuttavia mancava un metodo generale che consentisse di isolare e quindi di analizzare i singoli geni cellulari.

¹⁹⁷ *Ibid.*, p. 42.

Di fronte all'enormità di informazioni contenute in un singolo DNA il problema diventa quasi irrisolvibile: la molecola di DNA dell'*Escherichia coli*, ad esempio, è lunga circa un millimetro ed è contenuta in un involucro, costituito dalla parete batterica, lungo soltanto pochi millesimi di millimetro: in essa si trovano 4000 geni. Nelle cellule umane è contenuto invece circa un metro di DNA: «se volessimo allineare, unendo le estremità, tutto il DNA contenuto in un solo essere umano, otterremmo una lunghezza pari alla distanza tra la Terra e il Sole»¹⁹⁸. Risulta quindi facilmente comprensibile quanto sia difficile lavorare sui geni umani per estrarne di specifici, date queste misure astronomiche, tanto più che all'epoca il DNA, che è una molecola molto fragile, come si è visto, poteva essere tagliato solo con operazioni meccaniche, in maniera del tutto casuale; inoltre il DNA, data la regolarità della sua struttura, non consente la purificazione dei geni per via chimica.

Non si riuscì a venire a capo di queste difficoltà, che sembravano insormontabili, fino agli anni '70, quando nacque l'ingegneria genetica, che, inaspettatamente, trovò la soluzione ed offrì un metodo generale per poter purificare i geni, oltre a metodi per determinarne la sequenza. «Da allora la natura del gene si modificò radicalmente. Da astrazione divenne oggetto chimico dotato di struttura interamente

¹⁹⁸ *Ibid.*, pp. 43 sg.

definita e oggetto manipolabile, tanto più manipolabile quanto più se ne conosceva la struttura: il sapere (la struttura del gene) e il saper fare (la sua manipolazione) si trovarono uniti in una conoscenza comune»¹⁹⁹.

Questo metodo generale fu reso possibile dalla scoperta degli enzimi di restrizione, ad opera di Werner Arber, che ebbe il premio Nobel per la medicina nel 1978, insieme a Nathans e a Smith²⁰⁰. Gli enzimi di restrizione rappresentano il “bisturi” della manipolazione genetica²⁰¹: sono proteine prodotte dai batteri che riconoscono una specifica sequenza di basi e tagliano il DNA in qualsiasi sito, detto sito di restrizione, in cui si presenti tale sequenza. Probabilmente i batteri hanno cominciato a produrre questi enzimi come primitiva forma di sistema immunitario, in quanto la loro funzione è originariamente quella di distruggere i batteriofagi, riconoscendo le sequenze estranee ed eliminandole. Attualmente si conoscono centinaia di enzimi di restrizione, che possono quindi essere usati per tagliare il DNA in modo riproducibile. Questo ha, tra l’altro, reso possibile costruire mappe molto precise, dette mappe di restrizione.

¹⁹⁹ *Ibid.*, p. 44.

²⁰⁰ *Ibid.*, pp. 45-47. Cfr. inoltre l’autobiografia di Arber in W. Odelberg (ed.), *The Nobel Prizes 1978*, Nobel Foundation, Stockholm 1979, reperibile sul sito internet [nobelprize.org](http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1978/arber-autobio.html), alla pagina web http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1978/arber-autobio.html. Sugli enzimi di restrizione cfr. D. W. Ross, *Introduzione alla medicina molecolare*, tr. it. a cura di M. R. Micheli, R. Bova, Springer, Milano 2005, pp. 36 sg.; S. Aldridge, *op. cit.*, pp. 23-26; I. Barrai, *op. cit.*, pp. 465-472; C. Salerno, *Appunti di biochimica clinica*, Scriptaweb, Napoli 2006, p. 432.

²⁰¹ G. Milano, *Bioetica. Dalla A alla Z*, Feltrinelli, Milano 1997, p. 122.

Negli enzimi di restrizione, sostanzialmente, è contenuta la chiave per accedere all'era biotecnologica: l'«accesso ai testi» unisce sapere e saper fare, come ha sottolineato giustamente Kourilsky e diventa dunque il fulcro su cui ruota la biotecnologia, ciò che apre il vivente e lo rende disponibile all'intervento tecnologico dell'uomo, la matrice unica e accessibile del biologico.

2.4 – L'ingegneria genetica.

Con la scoperta degli enzimi di restrizione si è aperto un campo vastissimo di applicazioni, fino ad ora esplorato sostanzialmente per via empirica.

Gli enzimi di restrizione consentono non solo di isolare e purificare i singoli geni, bensì, «dal momento in cui un gene è purificato, disponibile in provetta, se ne conosce la formula chimica e si dispone dei mezzi d'intervento appropriati, è possibile introdurre mutazioni, rimodellarlo a piacere e infine trapiantarlo nuovamente in una cellula recettrice. In questo modo si può spingere oltre l'analisi del gene studiando l'effetto di mutazioni introdotte deliberatamente. Ma si può anche fare in modo che un gene di qualunque origine, trapiantato in un microrganismo, vi si esprima a un livello elevato. In questo modo, il microrganismo, così manipolato, costituisce una vera fabbrica biologica specializzata nella sintesi massiccia del prodotto corrispondente»²⁰².

I metodi per ottenere questi risultati variano moltissimo: lo scienziato deve adattarsi di volta in volta alle caratteristiche degli organismi e dei geni. L'ingegneria genetica risulta pertanto costituita

²⁰² P. Kourilsky, *op. cit.*, p. 167.

da un insieme di pratiche e di espedienti volto ad ottenere via via scopi specifici, indicati dalle esigenze e dalle necessità della ricerca.

Per produrre una proteina, lo scienziato deve prima individuare il gene appropriato, che purificherà mediante clonaggio, in un batterio come *Escherichia coli*, o in un altro ospite. In molti casi, tuttavia, i geni sono discontinui²⁰³ e un batterio come *Escherichia coli* non possiede il “macchinario” necessario al montaggio dell’RNA messaggero. Questa situazione è frequente soprattutto nel caso dei geni umani. Per superarla, si deve fabbricare una versione “continua” del gene, mediante sintesi enzimatica a partire dall’RNA messaggero, con sintesi chimica che produca segmenti del gene, o ancora con sequenze di giunzione che servono a manipolare il gene. In ogni caso, per ogni singolo gene, occorrono diversi anni di ricerca e diverse operazioni, solo per isolarlo e purificarlo.

In seguito, occorre far esprimere il gene isolato in un nuovo ambiente: «il codice genetico è universale, non così i segnali che governano e regolano l’espressione dei geni»²⁰⁴. Si tratta

²⁰³ Un gene discontinuo è un gene in cui l’informazione necessaria a produrre la proteina è intervallata da introni, segmenti di DNA assenti nell’RNA messaggero. Com’è noto, l’RNA messaggero ha una formula chimica leggermente diversa da quella del DNA (il ribosio invece del desossiribosio, e, tra le basi, l’uracile al posto della timina) e rappresenta la trascrizione di un gene. Se il gene è discontinuo, dopo la trascrizione viene effettuato il montaggio. Nelle cellule eucarioti, la trascrizione e il montaggio avvengono nel nucleo, dopodiché l’RNA messaggero passa nel citoplasma, dove ha luogo la sua traduzione in proteina. Cfr. *ibid.*, pp. 247 sg. e 258-260. Per un approfondimento di questi aspetti e della sintesi proteica in generale I. Barrai, *op. cit.*, pp. 416-428.

²⁰⁴ P. Kourilsky, *op. cit.*, p. 169.

sostanzialmente di «ingannare»²⁰⁵ la cellula ospite, di modo che quest'ultima possa sintetizzare (esprimere) il gene in questione. Anche in questo caso è richiesto un lungo lavoro di ottimizzazione genetica, che varia in base alle caratteristiche della cellula ospite. *Escherichia coli* è a tutt'oggi il batterio più conosciuto e risulta abbastanza facile ottenere ceppi di questo batterio che producano più del 20% delle loro proteine sotto forma del prodotto desiderato. Tuttavia, anche così sorgono altri problemi, poiché risulta difficile, in molti casi, far sopravvivere un microrganismo che sia distolto dai suoi obiettivi biosintetici essenziali, sicché è necessario escogitare altri espedienti per far sì che la sintesi della proteina desiderata inizi alla fine di un periodo di crescita senza che questo comporti complicazioni o rischi di far ammalare la coltura.

Inoltre, una volta superate queste difficoltà, la produzione industriale di simili proteine risulta anche più incerta. Quando si tratta di produrre decine di migliaia di litri di batteri si incorre in problemi di ossigenazione, sterilità, regolazione della temperatura, qualità e costo dei terreni di crescita di gran lunga maggiori. È dunque necessario studiare il comportamento del ceppo in queste condizioni, verificarne la stabilità, ottimizzare il processo di fermentazione, per poi estrarre e purificare la proteina. L'ingegneria genetica non è

²⁰⁵ *Ibid.*

dunque per nulla un metodo unitario, e appare al limite quasi un'arte, in cui «i compromessi tra le capacità di ricerca e le necessità industriali si adattano poco a poco, caso per caso»²⁰⁶. Di fatto, si è dovuto aspettare il 1983 perché comparisse sul mercato il primo prodotto farmaceutico nato dall'ingegneria genetica, l'insulina umana, che fu commercializzata con il nome di Umulina dalla Eli Lilly²⁰⁷ e che fu reso possibile da Boyer e Itakura²⁰⁸, i quali, nel 1979, erano riusciti a produrre insulina umana in *Escherichia coli*.

Ciò che è unitario, piuttosto, è la teoria, un insieme di principi applicativi che devono poi essere concretizzati volta per volta attraverso un insieme di tecniche e di pratiche acquisite col tempo.

«Parlare di ingegneria genetica», scrive Buiatti, «significa implicitamente considerare gli esseri viventi come se fossero macchine costruite secondo un progetto, depositato nel DNA, i cui “pezzi” (i geni) sono indipendenti fra loro e arbitrariamente sostituibili una volta che ne sia conosciuta la funzione»²⁰⁹. È questa la visione d'insieme che unisce le pratiche d'ingegneria genetica, termine col quale, secondo Buiatti, vanno più correttamente indicate le nuove

²⁰⁶ *Ibid.*, p. 170.

²⁰⁷ Cfr. il sito internet della casa farmaceutica: <http://www.lillydiabetes.com/index.jsp> (in italiano: <http://www.lilly.it>).

²⁰⁸ Sugli esperimenti di Boyer e Itakura, sulla nascita della Genentech e dell'industria biotecnologica cfr. R. Crea, *DNA Chemistry at the Dawn of Commercial Biotechnology*, University of California, Berkeley 2004 (consultabile on line alla pagina web: <http://www.archive.org/details/dnachemistrydawn00crearich>).

²⁰⁹ M. Buiatti, *op. cit.*, p. 52.

biotecnologie, ovvero biotecnologie avanzate, per distinguerle da quelle biotecnologie che in qualche modo costituiscono da sempre un'attività dell'uomo, compresa l'agricoltura tradizionale, che, come si è visto, non è altro che una forma di perfezionamento artificiale per selezione, una tecnologia, dunque, che usa gli esseri viventi per la produzione. «Il significato profondo di questa denominazione», scrive ancora Buiatti, «sta proprio nella parola “ingegneria”»²¹⁰. Gli ingegneri progettano appunto una serie di oggetti, tra cui ponti, macchine, edifici e quant'altro, assemblando pezzi che siano stati appositamente modellati in modo da essere adattabili l'uno all'altro. L'ingegnere può seguire l'intero percorso di queste operazioni, prevedendone e calcolandone i risultati, perché di fatto, il progetto e tutto l'insieme dei pezzi che lo compongono sono stati costruiti da lui, o quanto meno gli sono noti. Questa impostazione, trasferita al vivente, è ciò che rende possibile parlare di ingegneria genetica.

Per quanto non siano riducibili alla sola ingegneria genetica, comunque le biotecnologie trovano interamente qui la loro chiave di accesso. È all'ingegneria genetica che si deve guardare per rintracciare, non tanto l'origine storica delle biotecnologie, quanto la loro teoria unitaria, l'orizzonte concettuale, metafisico, in qualche modo, che ne fa un insieme coerente di pratiche.

²¹⁰ *Ibid.*

La differenza sostanziale rispetto alle tradizionali pratiche di miglioramento genetico, come si è visto, consiste nel fatto che, per mezzo dell'ingegneria genetica, diventa possibile isolare un singolo gene ed inserirlo nel patrimonio ereditario di un organismo estraneo, che può anche essere di una specie con la quale l'organismo originario non avrebbe alcuna possibilità di incrociarsi naturalmente, come nel caso, appunto, del gene umano inserito nel patrimonio genetico dell'*Escherichia coli*, per la produzione di insulina.

Sarebbe sostanzialmente un errore credere che tale differenza sia legata solo alla precisione chirurgica dell'intervento ingegneristico. A ben guardare, la differenza è qualitativamente enorme, e tocca al cuore la visione stessa della vita. L'approccio tradizionale prevedeva un'incapacità di calcolare le variazioni in atto, ben visibile nella casualità con la quale si succedono i raccolti annuali della normale agricoltura: il vivente è, tradizionalmente, fuori da ogni controllo e calcolo tecnologico – per quanto sia sempre stato possibile effettuare dei progressivi miglioramenti quantitativi e qualitativi, ma senza che se ne potessero programmare fino in fondo i concreti sviluppi. Con l'ingegneria genetica, invece, il vivente entra direttamente nel computo operativo – ed economico – della produzione industriale, secondo quanto è del resto implicito nella connessione tra bios e

tecnologia che il termine biotecnologia sottolinea: «una cellula diventa una fabbrica biologica»²¹¹.

Questo risulta molto chiaro allorché si guardi più da vicino alla strumentazione con la quale l'ingegneria genetica può operare. Non a caso, proprio per introdurre il discorso sul «Werkzeugkasten der Gentechnologen», Wildermuth afferma che il DNA, vero e proprio *passepourtout* della biologia, costituisce una chiave che «spalanca le porte su una visione della vita assolutamente nuova»²¹². Per muoversi in questo nuovo scenario, aggiunge Wildermuth, la prima cosa che occorre ai ricercatori è un'adeguata strumentazione. Ciò che rende possibile interagire con i “testi”, per dirla con Kourilsky.

Si è vista l'importanza degli enzimi di restrizione per l'ingegneria genetica. In generale, gli enzimi sono strutture proteiche che fungono da catalizzatori naturali di determinate reazioni chimiche, fondamentali per la realizzazione di funzioni biosintetiche e

²¹¹ L'espressione traduce a senso quanto affermato in V. Wildermuth, *Biotechnologie. Zwischen wissenschaftlichem Fortschritt und etischen Grenzen*, Parthas, Berlin 2006, p. 28, dove, in una disamina della «cassetta degli attrezzi» a disposizione dell'ingegnere genetico, ed in particolare a proposito del *Gentaxi*, il cosiddetto “Taxi genetico”, l'autore scrive: «Markergene erlauben es den Forschern, schnell festzustellen, in welcher der Zielzellen auch wirklich ein Taxi angekommen ist. Sowohl Plasmide als auch Viren bringen die Zellen dazu, die künstliche DNA in großer Menge herzustellen, sodass die Forscher sie nur noch ernten müssen. Es gibt auch Vektoren, die Aktivierungssequenzen für Gene enthalten. Sie sorgen dafür, dass die Zelle die fremden Gene wie eigene Erbinformationen behandelt und in Eiweiße übersetzt. So wird aus einer Zelle eine biologische Fabrik» (corsivo mio). Al di là di una più approfondita analisi degli strumenti in questione, si vede bene, da questo passo, come, a strutturare il *Werkzeugkasten*, la cassetta degli attrezzi dell'ingegneria genetica, sia proprio, in ultima analisi, questa possibilità di rendere il biologico una fabbrica.

²¹² *Ibid.*, p. 25: «Es ist eine Sache, zu erkennen, dass die DNA der Generalschlüssel zur Biologie ist, eine andere, diesen Schlüssel auch tatsächlich umzudrehen und die Tür zu einer ganz neuen Sicht des Leben aufzustoßen».

fisiologiche necessarie al mantenimento della vita. Gli enzimi agiscono solo su uno o comunque su pochi composti, su quelli cioè che abbiano le caratteristiche necessarie per legarsi al sito catalitico, ovvero a quella parte dell'enzima in cui avviene la reazione chimica, che possono essere determinate in base alla forma, alla dimensione, al gruppo chimico o alla disposizione spaziale. Gli enzimi di restrizione sono le endonucleasi che, come si è visto, riconoscono e tagliano in sequenze palindromiche l'eventuale DNA estraneo che abbia infettato una cellula batterica. In base ai tagli effettuati, si distinguono tre classi di endonucleasi: le endonucleasi di tipo I e III abbisognano di energia per il taglio e possono catalizzare anche altre reazioni di modificazione del DNA; le endonucleasi del tipo II, gli enzimi di restrizione propriamente detti, non necessitano di energia ed il taglio avviene in corrispondenza di sequenze molto specifiche²¹³. Tali enzimi, le endonucleasi, sono, come si è visto, i bisturi dell'ingegnere genetico, le “forbici” per le operazioni di taglia e incolla necessarie nella manipolazione del DNA ricombinante – per questo costituiscono il *sine qua non* di tali tecnologie.

²¹³ Cfr., oltre al testo di V. Wildermuth, *op. cit.*, pp. 26-27, P. Kourilsky, *op. cit.*, pp. 245-246; SSNV, *Ingegneria genetica o tecnologia del DNA ricombinante*, in «Scienza Vegetariana» (2/7/2002), alla pagina web http://www.scienzavegetariana.it/conoscere/ogm/ingegneria_genetica.html; E. Murauer, *Terapia genetica. Il metodo del futuro*, in «Eb-haus aktuell. Periodico della casa Eb Austria» (Giugno 2007), pp. 10-11 (http://www.debra.it/uploaded_files/378eb-haus-aktuell%20giugno%2007%20ITALIANO.pdf); V. Scornaienchi, *Enzimi di restrizione* (<http://biologia.unical.it/openlab/documenti/pdf/enzimi%20di%20restrizione.pdf>).

Se le endonucleasi fungono da forbici, la colla è costituita invece da un altro enzima, la DNA ligasi²¹⁴, senza la quale non ci potrebbe essere la necessaria operazione di ricucitura successiva al taglio operato con le endonucleasi. La ligasi catalizza la formazione di legami covalenti fosfodiesterici fra nucleotidi di DNA adiacenti. In questo modo è possibile dunque legare due frammenti di DNA tagliati da una stessa endonucleasi in modo da ottenere estremità compatibili e quindi di inserire uno specifico gene in un plasmide o in un altro vettore.

I vettori sono i “taxi genetici” cui si accennava prima²¹⁵. I plasmidi, questa «sorta di plusvalore genetico»²¹⁶, sono piccoli anelli di DNA che si trovano nei batteri. Tali geni risultano particolarmente utili ai batteri per resistere agli antibiotici, eliminare i concorrenti e sfruttare particolari fonti di nutrimento²¹⁷. Anche i virus, che presentano una eccezionale varietà di elementi e caratteristiche, possono essere sfruttati dagli ingegneri genetici come vettori. I virus, che, come si è visto, sono costituiti sostanzialmente da un pezzo di DNA rivestito da un involucro proteico, risultano particolarmente

²¹⁴ V. Wildermuth, *op. cit.*, p. 27, che parla di «Klebstoff» (colla, appunto). Sulla DNA ligasi cfr. anche Mangiarotti, *op. cit.*, p. 208; F. J. Castora, *Enzymology of Recombinant DNA*, in J. J. Green, V. B. Rao (eds.), *Recombinant DNA Principles and Methodologies*, Dekker, New York 1998, pp. 126-134; I. R. Lehman, *DNA Joining Enzymes (Ligase)*, in P. D. Boyer (ed.), *The Enzymes*, Academic Press, New York 1970, pp. 237-259.

²¹⁵ V. Wildermuth, *op. cit.*, pp. 27-28. Cfr. anche P. Balbás, F. Bolívar, *Molecular Cloning by Plasmid Vectors*, in J. J. Green, V. B. Rao (eds.), *op. cit.*, pp. 383-411.

²¹⁶ V. Wildermuth, *op. cit.*, p. 28: «Die Plasmide sind eine Art genetischer Mehrwert, sie enthalten meist zwei oder drei zusätzliche Gene für besondere Gelegenheiten».

²¹⁷ *Ibid.*

adatti a fungere da vettori, una volta che siano stati “disinnescati”, ovvero resi inoffensivi per l’organismo destinatario²¹⁸. Ad ogni modo, tanto i plasmidi quanto i virus, diventano preziosi strumenti nelle mani degli ingegneri genetici, in qualità di veicoli di trasporto dei geni utili. Tali geni vengono dunque inoculati, per mezzo di questi vettori, in una cellula ospite che li moltiplicherà, proprio come farebbe nel caso in cui fosse stata infettata da un normale virus. Ed è appunto per questa via che «una cellula diventa una fabbrica biologica».

Ricapitolando, la tecnica del DNA ricombinante sfrutta sostanzialmente gli elementi di base che condizionano la trascrizione del materiale genetico e la sintesi delle proteine e dei polipeptidi²¹⁹ e prevede diverse fasi: riassumendo si tratta di individuare il DNA genomico corrispondente ad un polipeptide particolare da riprodurre e il conseguente inserimento di tale DNA nel DNA di un microrganismo, con la formazione di un clone contenente il DNA ricombinato e quindi la trascrizione e la sintesi della sostanza

²¹⁸ Una spiegazione molto semplice e chiara di come i virus vengano utilizzati a mo’ di vettori viene fornita da E. Murauer, *op. cit.*, p. 10: «Usiamo un virus come taxi (vettore). I virus di per sé non sono che un pezzettino di patrimonio ereditario, cioè un pezzo di DNA, confezionato in un involucro di proteine, ma sono maestri nel trasporto di geni estranei nelle cellule. Con tutti i trucchi inimmaginabili i virus cercano di infilare questo patrimonio ereditario nelle cellule estranee, perché senza queste cellule i virus non si possono riprodurre. Spesso la cellula colpita paga il suo servizio con la vita. Per servirsi di questo virus bisogna prima disinnescarlo, cioè eliminare i caratteri pericolosi e caricarlo con il pezzettino del gene. Il virus svolge notoriamente il suo lavoro, infettando la cellula depositandovi la sezione del gene, ma senza danneggiare la cellula medesima». Una descrizione semplice e lineare, non tecnica, di tutto il procedimento standard della tecnologia del DNA ricombinante è fornita anche in M. Buiatti, *op. cit.*, pp. 52-61.

²¹⁹ I polipeptidi non sono altro che catene di aminoacidi uniti da legami peptidici. Le proteine sono grossi polipeptidi, dato che vengono chiamate così i polipeptidi con peso molecolare superiore ai 10000 dalton.

desiderata nelle cellule figlie (in quantità, ovviamente, progressivamente crescente). Si prepara dunque il DNA, individuando il segmento utile e separandolo per mezzo degli enzimi di restrizione; si inserisce tale segmento in un vettore (un plasmide o un virus) che provvederà ad introdurlo nell'organismo ospite (in genere un batterio come *Escherichia coli*), nel quale avverrà la riproduzione e quindi la conseguente sintesi della proteina desiderata. Alla fine, si tratterà di isolare tale composto attraverso la selezione dei cloni, effettuata per mezzo di tecniche che variano a seconda della natura del clone stesso²²⁰. Per questa via, dunque, si ottiene quello che viene definito DNA ricombinante, abbreviato talvolta in rDNA.

La tecnologia del DNA ricombinante si è sviluppata soprattutto in campo farmaceutico dove, come si è visto, sono stati ottenuti i primi risultati, a cominciare dall'insulina della Lilly, ma ben presto ha trovato molte applicazioni anche in altri settori, primo fra tutti l'agricoltura. È per queste ragioni che si parla di biotecnologie rosse e biotecnologie verdi, a seconda che le applicazioni cadano nel campo dell'industria farmaceutica o in quello dell'industria agricola²²¹.

²²⁰ Cfr., oltre al succitato M. Buiatti, *Le biotecnologie* (v. nota 62), A. Notario, R. Invernizzi, *La semeiotica di laboratorio nello studio delle malattie del sangue*, in F. Grignani, A. Notario (a cura di), *Malattie del sangue e degli organi emopoietici*, Piccin, Padova 2005, pp. 353 sg.

²²¹ Oltre a queste due branche, si distinguono ancora una cosiddetta biotecnologia bianca (o grigia), riguardante la produzione di sostanze di interesse specificamente industriale, come prodotti chimici e bioenergia (cfr. R. D. Schmid, *op. cit.*, pp. 276 sg.), ed anche, talvolta, una biotecnologia blu, con riferimento alle applicazioni tecnologiche di processi e di organismi della biologia

Il fatto che le prime applicazioni siano avvenute nel campo dell'industria farmaceutica non è un caso, poiché è molto più facile inserire un gene stabilmente in un batterio, tramite un vettore: si tratta infatti di trattare i batteri con una soluzione contenente il DNA ricombinante. Le cellule vegetali, invece, sono ricoperte da una parete che risulta molto resistente. Per far sì che il DNA ricombinante passi attraverso questa parete esistono sostanzialmente due metodi: o si bombardano le cellule presenti nei meristemi apicali (le parti della pianta che servono alla crescita, in cui le cellule si dividono molto rapidamente) con microscopiche “pallottole” di metallo rivestite di DNA, oppure più frequentemente si usano dei batteri patogeni della pianta, quali l'*Agrobacterium tumefaciens* e l'*Agrobacterium rhizogenes*, capaci naturalmente di iniettare un plasmidio all'interno delle cellule che funge da vettore naturale per l'inserimento di alcuni geni del patrimonio ereditario del batterio stesso. Gli ingegneri genetici sfruttano queste capacità innate dei batteri, sostituendo i geni per le sintesi ormonali presenti nel plasmidio, che generano tumori (nel caso dell'*Agrobacterium tumefaciens*) o radici (nel caso dell'*Agrobacterium rhizogenes*) nelle piante, con quelli che interessano invece l'uomo²²².

marina: cfr. K. B. Misra (ed.), *Handbook of Performability Engineering*, Spring, London 2008, p. 855.

²²² M. Buiatti, *op. cit.*, pp. 55 sg.

Nel caso delle cellule umane o animali, di solito il vettore prescelto è costituito da un virus, da cui vengono asportati i geni che lo renderebbero pericoloso per la salute. In questo modo, dato che non è possibile, come per le piante, rigenerare interi organismi a partire da alcune cellule già differenziate, vengono “infettate” cellule embrionali ai primi stadi di sviluppo. Oppure si interverrà sulle cellule staminali. In questo caso, il nucleo della cellula trattata viene trasferito in un ovulo dal quale sia stato asportato il nucleo. Tale ovulo conterrà dunque un nucleo transgenico e un citoplasma normale. A questo punto, la cellula uovo così modificata verrà impiantata nell’utero e si svilupperà in modo normale fino alla nascita²²³. Ovviamente nella pratica il procedimento non è mai così lineare e può incontrare una serie di difficoltà e complicazioni²²⁴: in primo luogo il processo di trasformazione non ha la certezza matematica di riuscire; in secondo luogo non è possibile prevedere con esattezza quante copie del gene estraneo si inseriranno nelle cellule trattate né in quale parte del genoma dell’ospite si installeranno; inoltre il gene desiderato può trasformarsi durante il processo e risultare, alla fine, inattivo. Nel caso delle piante, poi, è molto probabile che, se dei frammenti di pianta vengono mantenuti su un terreno nutritivo artificiale, vadano incontro

²²³ *Ibid.*, pp. 56 sgg.

²²⁴ *Ibid.*, pp. 57 sgg.

a mutazioni indesiderate, sovente negative, o comunque non previste, che si trasmetteranno, ovviamente, alla progenie. Caratteristiche, del resto, che si possono ripresentare anche, inaspettatamente, nelle generazioni successive, se si tratta di fattori recessivi, come è noto sulla base delle leggi di Mendel.

Questi problemi costituiscono degli aspetti tecnici dell'ingegneria genetica su cui non è il caso di soffermarsi, sebbene converrà tenere presente quanto vi sia di empirico e di imprevedibile nella tecnologia del DNA ricombinante. Tuttavia appare chiaro, a questo punto, il procedimento schematico di tali tecniche. E appare altresì chiaro l'orizzonte teorico entro cui si muovono, lo scenario aperto da questa chiave di lettura del vivente che è il DNA. Con le parole di Roberto Marchesini, «il principio di base della manipolazione genetica è che qualsiasi proteina può essere sintetizzata da qualsiasi cellula una volta che questa è stata riprogrammata ricevendo il gene corrispondente. Attraverso la tecnica del rDNA è possibile isolare una porzione del genoma contenente uno o più geni e utilizzare questa porzione di informazione biologica in svariati ambiti applicativi». Di conseguenza, «l'immensa biodiversità si trasforma da catalogo di

specie a repertorio di qualità strutturali e funzionali che possono essere trasferite da una specie all'altra»²²⁵.

²²⁵ R. Marchesini, *Bioetica e biotecnologie. Questioni morali nell'era biotech*, Apèiron, Bologna 2002, pp. 106 sg.

3 Il connubio tra biotecnologia ed informatica

3.1 – La cibernetica come visione del mondo.

«Il concetto stesso di programma genetico» ha un indubbio «sapore cibernetico» che taluni, afferma Kourilsky, potrebbero trovare «sconveniente». Tuttavia, per quanto «sarebbe una grande assurdità», «se il concetto di programma genetico fosse direttamente ricalcato su quello dei programmi dei calcolatori e concepito come un centro di comando unico capace di operare senza supporto esterno», rimane il fatto che «il complesso delle potenzialità genetiche si trova proprio nel DNA dei genomi, come pure la dispersione del programma nelle cellule dell'organismo; e non esiste alcuna difficoltà a integrare nel concetto di sviluppo programmato sia supporti geometrici sia una certa influenza dell'ambiente»²²⁶. La cibernetica si iscrive nel cuore stesso della biologia, come «un'armatura determinista in un campo aleatorio»²²⁷. «La cibernetica dei circuiti regolatori»²²⁸ è la chiave del dibattito sul determinismo genetico: «tutto ci porta a credere che lo sviluppo di un organismo sia sottoposto a un programma molto rigoroso, mentre invece numerose indicazioni ci suggeriscono che qualche indeterminazione può introdursi nella sua esecuzione. Noi siamo incapaci, a tutt'oggi, di precisare quella parte di indeterminazione, anche se si tratta di un argomento di grande

²²⁶ P. Kourilsky, *op. cit.*, pp. 222 sg.

²²⁷ *Ibid.*

²²⁸ *Ibid.*, p. 90.

importanza: non è infatti proprio in quella parte di indeterminatezza lasciata dai programmi genetici che deve risiedere l' 'individualità' degli organismi viventi?»²²⁹.

Le conseguenze teoriche di un determinismo forte in genetica sono note, oltre che difficilmente sostenibili: gli scienziati solitamente si attengono ad un atteggiamento di cauto determinismo, nel senso che, come fa Kourilsky, mantengono integra una dialettica tra il determinismo del programma genetico (l'armatura determinista) e l'indeterminatezza delle influenze ambientali (il campo aleatorio)²³⁰. Quello che però non appare immediatamente chiaro è questa «cibernetica dei circuiti regolatori» che si pone a fondamento teorico di quell'armatura determinista che è costituita dal codice genetico; e

²²⁹ *Ibid.*, p. 98.

²³⁰ Il testo più noto che rappresenta la posizione determinista forse più estrema è R. Dawkins, *Il gene egoista. La parte immortale di ogni essere vivente*, tr. it. G. Corte, A. Serra, Mondadori, Milano 1995, in cui il divulgatore scientifico sostiene la tesi che soggetto dell'evoluzione non sia l'individuo, né tanto meno la specie, bensì il gene, che pertanto determinerebbe l'individuo per intero a partire dalle sue esigenze di sopravvivenza, senza che questo implichi, ovviamente, una volontà cosciente del gene, bensì piuttosto sulla base di un meccanismo assolutamente casuale, come è esplicitato in un altro bestseller di Dawkins, *L'orologiaio cieco. Creazione o evoluzione*, tr. it. L. Sossio, Mondadori, Milano 2003. Per quanto sia comunque rinvenibile una tendenza ad una sorta di animismo del gene – questa entità immortale che nel corso della storia ha dato vita ad una serie di veicoli, macchine biologiche, funzionali alla propria sopravvivenza: «noi, e tutti gli altri animali, siamo macchine create dai nostri geni» (p. 4) e «la loro conservazione è lo scopo ultimo della nostra esistenza» (p. 23), tanto per ridurre all'osso la questione. Per un'acuta, e talvolta aspra, critica a questa posizione, ed in generale a qualunque posizione deterministica in biologia, cfr. R. Lewontin, *op. cit.*, ed in particolare i saggi *Il complesso d'inferiorità* (pp. 3-34) e *Il sogno del genoma umano* (pp. 106-156), in cui l'autore, sulla base delle considerazioni di Dawkins, questo «bardo popolare della leggenda» che vuole l'intera biosfera determinata dal codice genetico, conclude ironicamente che «una volta che sapremo esattamente come sono fatti i geni, sapremo che significa essere uomini, e sapremo anche perché alcuni di noi leggono "The New York Review" mentre altri non possono spingersi oltre il "New York Post"» (p. 109). L'intera raccolta di saggi, comunque, è volta a criticare le posizioni riduzioniste e deterministe di una certa visione della biologia e della scienza, in particolare del darwinismo (sociale) e del determinismo genetico. Si dovrà tornare, in ogni caso, sulle questioni sollevate dal determinismo poiché, come si vede, sono strettamente legate alla visione della vita che sembra implicata dall'ingegneria genetica, nonché al connubio con l'informatica che si sta delineando nel corso dell'analisi.

più in generale non risulta ben ponderato quel «sapore cibernetico» che aleggia sull'ingegneria genetica, ancorché sembra che una tale connessione sia immediatamente intuitiva – ma non per questo altrettanto immediatamente legittima.

In una prospettiva filosofica, parrebbe insomma che l'analisi dell'ingegneria genetica e delle biotecnologie in generale risulti tronca, qualora si limiti ad una semplice (e necessariamente non tecnica) esposizione delle pratiche biotecnologiche, senza affrontare più nello specifico il terreno sul quale queste ultime si incontrano con la cibernetica e, più in generale, con l'informatica. Solo così sembra possibile integrare gli aspetti tecnici e le questioni bioetiche in un quadro d'insieme che, sia pure non completo, restituisca il senso globale della visione del mondo che costituisce l'orizzonte metafisico sul quale si stagliano le moderne biotecnologie e verso cui l'uomo pare si stia muovendo – in quello che sembra un imbarazzante stallo concettuale che gli preclude la possibilità di ricorrere a punti di riferimento solidi e chiari in un percorso che pure si mostra come uno dei passaggi epocali più difficili e incerti nella storia culturale dell'uomo, o se si vuole nella preistoria del post-uomo. L'analisi della cibernetica sembra dunque imporsi come naturale conseguenza dell'analisi delle biotecnologie, anche per evitare le pastoie di facili suggestioni prive di un fondamento analitico adeguato.

Che la cibernetica irrompa nel cuore della biotecnologia, per effetto della stessa impostazione concettuale della ricerca scientifica e tecnologica, è indubbio, come si è visto in più occasioni. Quello che invece rimane da indagare è cosa questa irruzione significhi realmente – se essa non sia altro che l’uso metaforico di un modello concettuale oppure piuttosto un’applicazione sostanziale di tale modello – e soprattutto quali siano le implicazioni e le conseguenze teoriche e pratiche derivanti da tale irruzione.

Si tratta dunque di analizzare più a fondo il concetto di cibernetica: «[...] si dovrebbe abordare che cosa sia la cibernetica, in che cosa essa si fondi, in quanto fase di dispiegamento dell’impostazione della fisica moderna», come scriveva Heidegger in una lettera del 3 maggio 1965 a Medard Boss²³¹. Su cosa si fondi la cibernetica, Heidegger lo suggerisce nel seminario dell’11 e 14 maggio dello stesso anno: «il modello dell’uomo deve essere visto nella cibernetica del cannone di artiglieria contraerea»²³². Cosa vuol dire? Con queste parole Heidegger intendeva sciogliere l’«indovinello» che aveva posto poco prima al suo uditorio: «“la figura di un piano mnestico-informativo, che deve venire indirizzato, in gruppi di segnali, a una postazione ricevente”, che cos’è questa

²³¹ M. Heidegger, *Seminari di Zollikon*, ed. it. a cura di E. Mazzarella e A. Giugliano, Guida, Napoli 1991, p. 362.

²³² *Ibid.*, p. 138.

figura? So che è impossibile indovinarlo. È, però, secondo Zerbe, l'idea dell'uomo»²³³. Che «a fondamento di questa asserzione di Zerbe» vi sia il cannone di artiglieria contraerea, risulta dal modello costruito da Norbert Wiener di tale pezzo di artiglieria, che, «per il suo modo di essere strutturato, osserva il decorso statistico del velivolo-bersaglio stesso, lo inserisce poi in un sistema di regolazione e infine utilizza questo sistema di regolazione per portare rapidamente la postazione del pezzo nella posizione osservata per il velivolo e conformarsi al movimento del velivolo stesso»²³⁴. Conclude quindi Heidegger che l'uomo, stando a Wiener, non sarebbe altro che informazione²³⁵. Si può immaginare lo stupore, e forse l'imbarazzo, degli psicologi e dei medici riuniti a Zollikon, nel seguire questi passaggi di Heidegger tanto serrati da apparire a tratti quasi dei vaneggiamenti, tra indovinelli, cibernetica, linguaggio ed essere. Stupore ed imbarazzo, del resto, comprensibili, tanto più ove si voglia andare fino in fondo a tali questioni filosofiche, da Heidegger soltanto «abbordate». Egli vedeva nella cibernetica un passaggio cruciale del «dispiegamento della fisica moderna», e lo stesso Wiener ha sempre sostenuto la cibernetica come chiave di comprensione della realtà

²³³ *Ibid.* (La citazione di G. Zerbe è tratta da *The Archive for Genetic-Information examined in the Light of Cybernetic*, in *Zeitschrift für psychosomatische Medizin*, 11, 1, 1965, pp. 2-22).

²³⁴ *Ibid.*, pp. 138 sg.

²³⁵ *Ibid.* Heidegger cita N. Wiener, *Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft*, Athenäum Verlag, Frankfurt am Main-Bonn 1964, p. 94.

tutta. E tuttavia non si riesce ancora a capire perché mai la cibernetica dovrebbe implicare che un cannone di artiglieria contraerea serva da modello dell'uomo.

In un testo cult delle avanguardie *post-human* come *Out of control*, Kevin Kelly descrive il grande successo riscosso dalla cibernetica di Wiener a partire dalla nozione fondamentale di feedback: «il principio cibernetico che gli ingegneri scoprirono è un principio generale: se tutte le variabili sono strettamente accoppiate, e se davvero si può manipolare una di esse in tutte le sue possibilità, allora si può indirettamente controllarle tutte. Questo principio si basa sulla natura olistica dei sistemi»²³⁶.

Seguendo l'esempio suggerito da Pierre de Latil²³⁷, Kelly spiega che intere generazioni di tecnici impiegati nell'industria dell'acciaio avevano in tutti i modi cercato di produrre un foglio metallico di spessore uniforme, senza tuttavia ottenere alcun successo. Essi avevano individuato diversi fattori che influenzano lo spessore del foglio in uscita dal rullo di un laminatoio (velocità dei rulli, temperatura dell'acciaio, trazione del foglio metallico, e così via) e avevano tentato di perfezionarli il più possibile ma senza mai riuscire a sincronizzarli: ogni modifica in uno di questi fattori influiva su tutti

²³⁶ K. Kelly, *Out of control. La nuova biologia delle macchine, dei sistemi sociali e dell'economia globale*, tr. it. C. Poggi, Apogeo, Milano 1996, p. 127.

²³⁷ P. De Latil, *Il pensiero artificiale. Introduzione alla cibernetica*, tr. it. D. Ceni, Feltrinelli, Milano 1962.

gli altri senza che si riuscisse ad ottenere un controllo definitivo dell'insieme. Ogni singolo fattore era inserito in una rete interdipendente e non poteva essere modificato senza intaccare l'equilibrio generale.

Le intuizioni di Wiener sul feedback rivoluzionarono questa situazione: «gli ingegneri di tutto il mondo afferrarono immediatamente quell'idea cruciale e installarono congegni di feedback elettronico nei loro laminatoi nel giro di uno o due anni»²³⁸. Nella pratica, un sensore misura l'altezza del foglio metallico in uscita e rimanda questo segnale al servomotore che controlla la sola variabile della trazione, cioè l'ultima variabile del processo che influenza il foglio metallico. Con questo semplicissimo circuito di feedback è possibile ottenere la regolazione di tutto il sistema: «poiché tutti i fattori sono interconnessi, se solo si può tenere uno di essi direttamente connesso allo spessore finito, allora si può indirettamente controllarli tutti. [...] Ciò che importa è che il circuito automatico regoli quell'ultima variabile per compensare le altre variabili»²³⁹, a prescindere da quali siano le cause dell'imperfezione del foglio. È questo il principio generale del feedback per cui, posto che si abbia la

²³⁸ K. Kelly, *op. cit.*, p. 127.

²³⁹ *Ibid.*

possibilità di controllare una determinata variabile, se ne potranno indirettamente controllare tutte.

Da questo principio fondamentale della cibernetica consegue una vera e propria rivoluzione copernicana nella visione dell'uomo e, più in generale, della vita: «la nozione di feedback penetrò quasi in ogni aspetto della cultura tecnica. [...] l'autocontrollo simile alla vita era un semplice lavoro di ingegneria»²⁴⁰.

Del resto, la cibernetica si è imposta sin da subito con questa veste onnicomprensiva e universalistica: il testo pubblicato da Wiener nel 1948, inteso a dimostrare la possibilità di realizzare macchine in grado di imparare, aveva come titolo *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*²⁴¹.

Che cos'è allora la cibernetica? E soprattutto, come è possibile che da questo semplice principio di feedback ne scaturisca una definizione tanto rivoluzionaria dell'uomo e del vivente – intesi, nella prospettiva di Wiener, come informazione, al pari delle macchine?

Che il termine “cibernetica” derivi dal greco *kybernetes* è cosa nota. Basta accedere alle pagine di Wikipedia²⁴² per ricostruire sommariamente la storia di questo termine, in origine usato per designare il nocchiero di una nave; da cui l'accezione politica, già in

²⁴⁰ *Ibid.*, p. 126.

²⁴¹ N. Wiener, *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*, J. Wiley & Sons, New York 1948.

²⁴² Cfr. <http://it.wikipedia.org/wiki/Cibernetica>.

uso presso Platone e Senofonte, che metaforicamente vedevano nella politica un'arte per "governare" i popoli, proprio come appunto il nocchiero guida una nave. Ed è da questo termine che discende il latino *gubernator*, governatore, tanto di navi quanto di popoli. Prima di Wiener, del resto, già Ampère aveva utilizzato il termine cibernetica (*cybernétique*), per indicare l'arte del governo, all'interno del gruppo delle scienze politiche²⁴³.

Tuttavia, così come lo conosciamo oggi, il termine, più che alla politica, fa riferimento alla possibilità di ottenere macchine in grado di autogovernarsi: l'idea centrale della cibernetica è l'automazione, che nasce, come spesso accade in ambito tecno-scientifico, da esigenze di natura militare e nello specifico dal bisogno che le macchine svolgessero funzioni automaticamente – ovvero autonomamente rispetto all'uomo. Ed in effetti, la cibernetica, così come la si intende attualmente, nasce dal progetto di un meccanismo di puntamento per artiglieria antiaerea condotto, durante la seconda guerra mondiale, da Norbert Wiener e Julian Bigelow²⁴⁴.

²⁴³ Cfr. K. Kelly, *op. cit.*, p. 126.

²⁴⁴ Per un'introduzione alla cibernetica si veda M. Murzi, *La cibernetica e i sistemi di controllo*, in "Notiziario di informatica", I, 4/9/1998 (<http://www.murzim.net/notiziario/980406.htm>); C. Allègre, *La sconfitta di Platone. La scienza del XX secolo*, tr. it. M. Martorelli, Editori Riuniti, Roma 1998. Del resto ci sono molti testi dedicati alla cibernetica e a Wiener. Oltre ai testi di quest'ultimo e a quelli già citati, cfr. W. R. Ashby, *Introduzione alla cibernetica*, tr. it. M. Nasti, Einaudi, Torino 1971; V. Somenzi, R. Cordeschi (a cura di), *La filosofia degli automi. Origini dell'intelligenza artificiale*, Bollati Boringhieri, Torino 1994. Cfr. inoltre la nota bibliografica proposta da M. Murzi. Sulla figura di Norbert Wiener, in prospettiva biografica, si vedano (oltre alla breve ma avvincente presentazione che ne dà K. Kelly, *op. cit.*) P. Masani, *Norbert Wiener. 1894-1964*, Birkhäuser, Basel 1990; F. Conway, J. Siegelman, *L'eroe oscuro dell'età*

Si trattava di inventare una macchina che fosse in grado di rilevare i movimenti degli aerei nemici, trasmettere quest'informazione al cannone antiaereo e puntarlo quindi in base a questa informazione. Il problema principale era però costituito dal fatto che non era possibile puntare il proiettile direttamente sul bersaglio, dal momento che l'aereo aveva velocità troppo elevate: si doveva cioè “prevedere” la traiettoria stessa dell'aereo e puntare il proiettile in un luogo antecedente rispetto all'aereo di modo che, al momento dell'impatto, proiettile e aereo si incontrassero effettivamente nello stesso punto, con l'ulteriore complicazione, peraltro, che l'aereo può sempre spostare la traiettoria in maniera del tutto casuale, arbitraria, o comunque imprevedibile. Era necessario dunque che la macchina prevedesse la posizione dell'aereo e dirigesse il puntamento del pezzo nella maniera più rapida possibile, per ridurre al minimo le probabilità che l'aereo nemico potesse variare la rotta.

Lo sparo poteva dunque essere considerato come l'invio di un segnale, di un'informazione, all'aereo da parte del cannone. Si veniva quindi a costituire un circuito di informazione tra aereo, macchina e cannone. Applicando a tale circuito il principio di retroazione

dell'informazione. Alla ricerca di Norbert Wiener, il padre della cibernetica, tr. it. P. Bovini, Codice, Torino 2005.

(feedback)²⁴⁵, Wiener trovò la soluzione al problema, la stessa che si è vista a proposito del foglio metallico.

Di particolare importanza è il concetto chiave di feedback negativo. «Si tratta del meccanismo mediante il quale un sistema che interagisce con l'ambiente si mantiene in uno stato stabile modificando opportunamente il proprio comportamento in risposta a variazioni dell'ambiente»²⁴⁶. Esempi molto semplici di un simile meccanismo sono il termostato di un locale o di uno scaldabagno, ma anche il “termostato” – ben più complesso – dei mammiferi, che regola la temperatura corporea e la mantiene più o meno costante. Sulla base di questo principio è stato possibile realizzare, oltre al termostato e al cannone antiaereo di Wiener e Bigelow, il pilota automatico di un aereo, il missile dotato di ricerca autonoma del bersaglio (evoluzione del cannone di Wiener e Bigelow), l’ottica adattativa dei telescopi e così via, fino agli automi in grado di muoversi autonomamente nello spazio e agli ultimi sviluppi della robotica.

Oltre al feedback negativo vi è poi il feedback positivo, molto utile soprattutto negli organismi: si tratta di una retroazione che, anziché compensare un mutamento ambientale per riportare certi valori all’interno di una soglia di “normalità”, dà a questi stessi stimoli

²⁴⁵ “Retroazione” è la traduzione dell’inglese “feedback”. Com’è noto, tuttavia, il termine inglese è ampiamente entrato nel vocabolario italiano, tanto da rendere superflua la sua traduzione.

²⁴⁶ M. Murzi, *op. cit.*

esterni una risposta positiva, come nel caso di un pericolo o di uno stress fisico di fronte ai quali cervello e sistema endocrino rispondono con un aumento di adrenalina, insulina o quant'altro, per aumentare conseguentemente il livello di attenzione o di resistenza fisica oltre i normali livelli di stabilità. Di solito, in una fase successiva subentra poi nuovamente il feedback negativo per riportare i valori alla stabilità.

Sin da subito appare chiaro come la cibernetica abbia un orizzonte di comprensione vastissimo: il principio di feedback, positivo o negativo che sia, è in grado di spiegare i fenomeni più disparati e di riunire, in un unico filtro interpretativo, tanto il vivente quanto l'artificiale. Per la prima volta, lo scarto incolmabile che aveva sempre separato la macchina dall'organismo, sembra ridotto. Il ricorso a Dio, ad una «forza vitale», al «mistero» della vita, sembra ormai perdere qualunque ragion d'essere: la macchina può essere «animata» alla stregua di un qualunque organismo (nasce l'intelligenza artificiale); l'organismo, d'altro canto, può essere ora interpretato alla luce di meccanismi di retroazione «macchinali» (ciò che costituisce l'architrave del cyborg). Al modello dell'uomo-macchina, al modello dell'orologio divino, si sostituisce ora un nuovo modello, ben più raffinato, tratto da una tecnologia *soft*, ben presto identificabile con la

macchina del secolo, così come l'orologio era stato la macchina del secolo cartesiano – il computer.

Tuttavia sarà bene non correre, se si vuol dare sostanza a queste che, almeno per ora, possono sembrare solo suggestioni in buona parte fantascientifiche. Che la cibernetica abbia nutrito una folta schiera di scrittori e futurologi è cosa nota, come dimostra l'invenzione gibsoniana di quello che è stato uno dei neologismi più fortunati della storia – il *cyberspace* – e come dimostra l'uso, a volte spropositato, dettato spesso da una moda che pure risulta in qualche modo significativa, della radice *cyber-* (o, in italiano, ciber-), a dare un sapore assolutamente moderno e allo stesso tempo esotico a qualunque prodotto che sia, o che magari si voglia spacciare, per *cyberpunk*: se il *cybersex* è ampiamente entrato a far parte del linguaggio giornalistico, non manca il *cyberpensiero*, annunciato magari da qualche *cybersaggio*, e così via, in un catalogo terminologico molto folto e soprattutto sempre rinnovato, in cui *cyber* compare come una parola magica, di forte impatto, ancorché per lo più non compresa. Ma proprio questo uso, dettato in molti casi da mode e tendenze, dimostra della capillarità e dell'estensione della cibernetica, e soprattutto forse della sua forza di attrazione rispetto all'immaginario del nuovo millennio.

Può sembrare strano, a tutta prima, che una scienza come la cibernetica, nata in buona sostanza dallo studio dei servomeccanismi, possa svolgere questo ruolo così centrale nell'immaginario collettivo post-moderno e nell'attuale visione d'insieme delle scienze. Il fatto è che «col termine “cibernetica” oggi si indica non tanto il campo speciale da cui Wiener mosse, cioè quello dei servomeccanismi, dei sistemi di regolazione automatica, della teoria dell'informazione, [...] quanto un linguaggio e le sue vastissime applicazioni, in particolare al campo fisiologico e psicologico e all'operare dell'uomo»²⁴⁷. A ben guardare, la portata d'ampio respiro che connota la cibernetica deriva dall'impostazione iniziale di Wiener: la soluzione che egli e Bigelow diedero al problema del servomeccanismo era fondata su un'impostazione già interdisciplinare. Non fu, cioè, la soluzione ad aprire un nuovo campo di ricerche e a dare accesso ad una nuova chiave di lettura. Fu semmai, al contrario, un atteggiamento d'ampio respiro a dare la chiave per risolvere il problema attraverso il meccanismo del feedback: «caratteristica principale della “nuova scienza” di Wiener è proprio l'interdisciplinarietà, la capacità di proporre un linguaggio capace di interpretare unitariamente i risultati di parecchi dei tradizionali settori separati della scienza»²⁴⁸. La

²⁴⁷ F. Ciafaloni, *Introduzione*, in N. Wiener, *Introduzione alla cibernetica. L'uso umano degli esseri umani*, tr. it. D. Persiani, Bollati Boringhieri, Torino 1966, p. 3.

²⁴⁸ *Ibid.*, p. 12.

capacità di interpretare il problema legato al cannone d'artiglieria antiaerea in termini radicalmente nuovi, e cioè nell'ottica del comportamento inteso come scambio di informazioni, era alla base della soluzione: la vera idea rivoluzionaria fu l'intuizione che una macchina, intesa sempre per lo più come ottusa, potesse mostrare un comportamento finalizzato; il che comportava l'idea complementare che qualunque comportamento finalizzato fosse interpretabile attraverso categorie semplici e non necessitasse di un'intelligenza precostituita, ma che anzi l'intelligenza stessa fosse il portato di un'insieme di azioni in se stesse "ottuse" – da qui la possibilità di un'intelligenza artificiale, e da qui la sostanziale assimilazione di macchina e organismo.

Non è un caso che, tra i primi scritti di Wiener, strettamente connesso con le ricerche sui servomeccanismi della seconda guerra mondiale, compare un lavoro scritto insieme a Bigelow e Rosenbluth, medico e fisiologo messicano: *Behavior, Purpose and Teleology*²⁴⁹. In questo breve saggio del 1943, i tre studiosi comparano direttamente il comportamento delle macchine con quello osservato negli organismi, compreso quello umano. Gli obiettivi dello scritto sono due: «definire

²⁴⁹ A. Rosenbluth, N. Wiener, J. Bigelow, *Behavior, Purpose and Teleology*, in "Philosophy of Science", 10 (1943), pp. 18-24 (interamente consultabile alla pagina web <http://pespmc1.vub.ac.be/Books/Wiener-teleology.pdf>). In italiano compare in N. Wiener, *Dio & Golem s.p.a. Cibernetica e religione*, tr. it. F. Bedarida, Bollati Boringhieri, Torino 1991, pp. 89-105, con il titolo *Comportamento, fine e teologia*.

lo studio comportamentistico di eventi naturali e classificare il comportamento [e] mettere in risalto il concetto di fine»²⁵⁰. Il comportamento viene interpretato come un «qualunque cambiamento di un'entità rispetto al suo ambiente» e più specificamente viene inteso come la relazione che intercorre tra un'«uscita» (cioè «ogni cambiamento prodotto dall'oggetto sull'ambiente») e un «ingresso» (ovvero «ogni evento esterno all'oggetto che in qualche modo lo modifica»)²⁵¹. Il concetto di fine è invece legato alla consapevolezza di un'attività volontaria: «il fine degli atti volontari non è materia di interpretazione arbitraria ma un fatto fisiologico. Quando eseguiamo un'azione volontaria, ciò che scegliamo volontariamente è un fine specifico, non un movimento specifico. Così, se decidiamo di prendere un bicchier d'acqua e di portarlo alla bocca, non comandiamo a certi muscoli di contrarsi in una certa misura e in un certo ordine; fissiamo semplicemente il fine, e la reazione che ne segue è automatica»²⁵². In questo modo, tanto il comportamento quanto il fine – e conseguentemente la volontà – sono ricondotti ad una base concettuale che è in grado di interpretare in un'unica teoria tanto il comportamento delle macchine quanto quello degli organismi.

²⁵⁰ A. Rosenbluth, N. Wiener, J. Bigelow, *Comportamento, fine e teologia*, cit., p. 91.

²⁵¹ *Ibid.*, pp. 91 sg.

²⁵² *Ibid.*, p. 93.

A questo proposito si noteranno le implicazioni profonde in riferimento alla concezione cartesiana e lamettriana dell'uomo-macchina: rispetto ad essa, la cibernetica si impone davvero come una rivoluzione copernicana, nel senso che capovolge completamente l'impostazione cartesiana del problema della relazione mente-corpo – l'azione non discende, attraverso un'idraulica fisiologica, dalla volontà di una *res cogitans* che imporrebbe ordini al meccanismo del corpo in vista di un determinato scopo. Non vi è, insomma, consapevolezza dei singoli passaggi che ogni muscolo deve fare per compiere un certo gesto: come nel caso del foglio metallico, vi è solo l'obiettivo finale a guidare tutto il corso dell'azione attraverso il meccanismo del feedback che, certo, nell'uomo e nell'animale appare infinitamente più raffinato ma che sostanzialmente agisce allo stesso modo nella macchina. Questa intuizione, tra l'altro, ha indotto a reimpostare completamente la sperimentazione nel campo della robotica e dell'intelligenza artificiale: al tentativo di dotare la macchina di un meccanismo centrale di controllo – surrogato della *res cogitans* – che elaborasse tutte le variabili per poi “decidere” e ordinare l'azione, si è sostituito gradualmente il modello di un'intelligenza proveniente dal basso, sostanzialmente cieca, nel senso che non ha consapevolezza di tutte le variabili ma solo del fine,

rispetto al quale, attraverso i meccanismi di feedback, tutte le variabili si orientano²⁵³.

Un'altra conseguenza molto importante di questa impostazione è la nuova luce nella quale è letta la volontà: concetto di natura essenzialmente metafisica, ineffabile come il concetto stesso di vita, la volontà viene ora interpretata, lo si è visto, come un comportamento finalizzato, o meglio come il fine che genera l'attività intenzionale. Se «la fisiologia sperimentale è stata fino a oggi in gran misura incapace di spiegare il processo dell'attività volontaria», ciò è dovuto, secondo gli autori, al fatto che «quando uno sperimentatore stimola le regioni motorie della corteccia cerebrale non provoca una reazione volontaria; fa agire dei canali di uscita delle *efferenze*, ma non fissa un fine come invece accade quando si agisce volontariamente»²⁵⁴. L'impostazione del fisiologo sperimentale è destinata all'insuccesso, sostanzialmente perché è basata su una visione parziale della fisiologia stessa: l'errore non è dissimile da quello compiuto dagli ingegneri che si trovavano a dover risolvere il problema di come controllare lo spessore del foglio – in entrambi i casi manca il fine. Stimolare le regioni motorie della

²⁵³ Su questo punto cfr. K. Kelly, *op. cit.*, pp. 31-59 ("Macchine pensanti"). Questo principio può essere ben riassunto dal seguente passo: «le funzioni della mente, come il pensiero, vengono da parti non pensanti. La semenza di un mobot simile a un insetto è un buon esempio sia della mente umana che di quella animale. Secondo Dennett, non c'è un posto che controlli il comportamento, non un posto che crei 'il camminare', non un posto dove risiede l'anima di un essere. "La cosa interessante dei cervelli è che, quando ci guardi dentro, scopri che in casa non c'è nessuno"» (p. 45).

²⁵⁴ *Ibid.*, pp. 93 sg.

corteccia cerebrale equivale a modificare una delle sei variabili presenti nel processo di produzione del foglio metallico, dal punto di vista della cibernetica. Introducendo invece il concetto di feedback si riesce di colpo a gettare una luce assolutamente originale tanto sul fenomeno fisiologico quanto sulla “fisiologia” della macchina.

È in generale l’idea che sottende al comportamento, alla volontà e al fine ad essere completamente stravolto: la volontà appare ora come qualcosa che pertiene tanto agli organismi quanto alle macchine. Certo, il concetto di volontà è qualcosa di completamente diverso ora, qualcosa che sarebbe incomprensibile nella cornice epistemologica tradizionale – un concetto che non ha più niente a che fare né con una *res cogitans*, né tantomeno con la vita. «Alcune macchine» hanno infatti «un funzionamento intrinsecamente rivolto a un fine. Un siluro con un meccanismo per la ricerca del bersaglio ne è un esempio. Il termine servomeccanismo è stato coniato proprio per designare macchine caratterizzate da un comportamento rivolto a un fine»²⁵⁵. Questo implica che le macchine possono essere dotate di volontà. Ma allo stesso tempo implica pure che la volontà non può più essere interpretata come qualcosa che sia esclusivo del mondo vivente. Il discrimine è da ricercare piuttosto, ora, nel concetto di retroazione: il comportamento può dunque essere definito come teleologico o non

²⁵⁵ *Ibid.*, p. 94.

teleologico (cioè dotato o meno di feedback): «Ogni comportamento rivolto a un fine può essere considerato un processo che richiede una retroazione negativa. Se si deve raggiungere un obiettivo, è necessario che da esso partano ogni tanto dei segnali per regolare il comportamento. Si ha comportamento senza retroazione in quei casi in cui dall'obiettivo non arrivano segnali che modifichino l'attività dell'oggetto *nel corso del comportamento*»²⁵⁶.

Per comprendere che cosa si intende quando si dice che anche la macchina può essere dotata di volontà, purché la volontà non sia più intesa in termini tradizionali, si deve leggere la volontà come «comportamento rivolto a un fine», il che «è completamente indipendente dalla causalità, iniziale o finale. La teleologia è stata screditata principalmente perché la si definiva come implicante una causa successiva nel tempo a un effetto dato. Quando quest'aspetto della teleologia fu abbandonato, sfortunatamente lo fu anche il riconoscimento dell'importanza del fine, che faceva parte del concetto. Dato che consideriamo il concetto di comportamento rivolto a un fine necessario per capire certi modi di comportamento, diciamo che uno studio teleologico è utile se evita i problemi di causalità e si limita a studiare il fine»²⁵⁷. Il che equivale a dire che, o né macchine

²⁵⁶ *Ibid.*, pp. 94 sg.

²⁵⁷ *Ibid.*, p. 104.

né animali hanno volontà, oppure la volontà va ridefinita nei termini di una tale teleologia – il fine che muove un organismo a compiere un’azione, sgombrato il campo da fraintendimenti metafisici che ricorrono a concetti scolastici di causalità, viene reinterpretato nel quadro del feedback, dove appare superfluo – oltre che controproducente – il ricorso a una coscienza.

L’analogia con la macchina risulta pertanto strutturale all’analisi del comportamento (e non è un caso che, nella definizione succitata, gli autori parlino di “oggetti” senza alcuna distinzione tra organismi e macchine): «l’analogia con il comportamento di una macchina con retroazione non smorzata è così evidente che azzardiamo l’ipotesi che la funzione principale del cervelletto sia il controllo dei processi di retroazione che si verificano nell’attività motoria rivolta a un fine»²⁵⁸.

Queste riflessioni portano dunque a concludere che «un’analisi uniforme del comportamento è applicabile alle macchine come agli organismi viventi, a prescindere dalla complessità del comportamento. [...] Se paragoniamo ancora organismi viventi e macchine arriviamo a queste conclusioni: i metodi di studio per i due gruppi sono oggi simili. Se saranno sempre gli stessi oppure no dipenderà dalla presenza o no di una o più caratteristiche qualitativamente distinte

²⁵⁸ *Ibid.*, p. 97.

tipiche di un gruppo e non dell'altro. Queste differenze qualitative finora non sono state trovate»²⁵⁹.

Come si vede, in discussione non è l'idea cartesiana dell'uomo-macchina: piuttosto è la macchina che deve fungere da modello per l'uomo ad essere stata aggiornata. L'orologio è una di quelle macchine che non conoscono fine, né teleologia: «[...] si possono considerare apparecchi come gli orologi, progettati è vero in vista di un fine, ma il cui funzionamento è ordinato, senza essere rivolto a un fine, senza cioè alcuna condizione finale specifica verso cui il movimento dell'orologio miri»²⁶⁰. L'orologio è una macchina solipsista, nel senso che non scambia alcun segnale con il mondo esterno, ed è ottusa, poiché non è in grado di modificare le proprie azioni in base ai cambiamenti dell'ambiente circostante e in vista di un fine: un orologio continuerà sempre a girare, posto che sia fornito dell'energia necessaria, qualunque cosa accada – e questo è uno dei motivi per cui si è costretti a spostare le lancette con l'ora legale, mentre non occorre aggiornare l'orologio del computer.

Lo stesso Wiener, del resto, è abbastanza esplicito su questo punto: «Le vecchie macchine e in specie i primi tentativi di costruire degli automi erano basati praticamente sul principio puro e semplice

²⁵⁹ *Ibid.*, pp. 100 sg.

²⁶⁰ *Ibid.*, p. 94.

del meccanismo di orologeria. Le macchine moderne, invece, sono provviste di organi sensori, cioè di organi di ricezione dei messaggi che provengono dall'esterno. Esse possono essere semplici come una cellula fotoelettrica, che modifica il suo comportamento elettrico non appena la luce cade su di essa, e sa distinguere la luce dall'oscurità, oppure complesse come un ricevitore televisivo»²⁶¹. Di conseguenza, secondo Wiener, «il comportamento degli individui viventi è esattamente parallelo al comportamento delle più recenti macchine per le comunicazioni. Entrambi sono forniti di organi sensori di ricezione che agiscono come primo stadio del ciclo di funzionamento: in entrambi esiste, cioè, un apparato speciale per raccogliere informazioni dal mondo esterno a bassi livelli di energia, e per renderle utilizzabili nel comportamento dell'individuo o della macchina»²⁶².

A questo punto comincia a farsi più chiaro anche ciò che Heidegger indicava nei suoi seminari. Lo stesso Wiener, dopo aver spiegato il meccanismo di retroazione presente nel servente di un cannone, afferma: «Qualcosa di molto simile accade nel comportamento umano. Quando prendo un sigaro la mia volontà non è diretta a muovere alcun muscolo particolare. In molti casi non so

²⁶¹ N. Wiener, *Introduzione alla cibernetica*, cit., p. 25.

²⁶² *Ibid.*, pp. 29 sg.

neppure quali muscoli si muovano. Il mio gesto si limita ad avviare un certo meccanismo di retroazione, e cioè un riflesso in cui quanto resta ancora per completare l'azione di raccogliere il sigaro è tradotto in un comando nuovo e più energico ai muscoli restii, quali che essi possano essere»²⁶³.

In realtà, come si dovrebbe essere ormai chiarito, non è il servomeccanismo ciò che funge da modello per l'uomo: piuttosto, tanto il servomeccanismo quanto l'uomo e qualunque organismo vivente, sono definibili entrambi allo stesso modo – in entrambi i casi, si tratta di una macchina che scambia informazioni.

Nelle parole di Evelyn Fox Keller: «nel sostenere l'interscambiabilità tra gli organismi e quel particolare tipo di macchine dette trasduttori di entrate multiple in uscite multiple, Wiener non ha soltanto cancellato la distinzione tra i corpi e le macchine; ha anche puntato alla fusione tra le macchine e i messaggi che era stata endemica, nel discorso sui computer, sin dall'origine»²⁶⁴.

Nello spiegare cosa sia la cibernetica, Wiener inizia il suo discorso così: «Per molti anni mi sono occupato di problemi di tecnica delle comunicazioni. Essi mi hanno indotto a studiare e a progettare numerosi tipi di apparecchi, alcuni dei quali hanno dimostrato una

²⁶³ *Ibid.*, pp. 28 sg.

²⁶⁴ E. Fox Keller, *Vita, scienza e cyberscienza*, tr. it. S. Coyaud, Garzanti 1996, p. 118 (correggo «diventate», evidente refuso, in «di entrate»).

sorprendente capacità di imitazione del comportamento umano, gettando quindi una nuova luce sulla possibile natura di questo comportamento»²⁶⁵. Quel che illumina ora l'interpretazione del comportamento umano e di conseguenza la sua stessa natura è, in buona sostanza, il messaggio, ciò che costituisce lo specifico della scienza cibernetica²⁶⁶. Pertanto, quel che interessa a Wiener sono «quei casi in cui la macchina opera come un duplicato dell'uomo e quegli aspetti dell'uomo che possono essere più chiaramente spiegati in relazione al nostro studio della macchina, oppure entrambi»²⁶⁷. Si tratta, in buona sostanza, di quei casi in cui la macchina, come l'uomo, agisce scambiando messaggi in entrata e in uscita col mondo esterno in vista di un fine. La differenza tra organismo e macchina, quindi, scompare, per essere semmai sostituita da un altro tipo di differenza: quello che passa tra il *carillon*, ad esempio – meccanismo ad orologeria – e l'uomo, ovvero la macchina comunicante. «Le figurine [sulla sommità di un *carillon*] danzano secondo un modello, ma un modello predisposto in cui la loro attività passata non ha praticamente alcuna influenza sul modello della loro attività futura. C'è un messaggio, è vero: ma si tratta di un messaggio che va dal meccanismo del *carillon* alle figurine e si esaurisce lì. Nelle figurine

²⁶⁵ N. Wiener, *Introduzione alla cibernetica*, cit., p. 15.

²⁶⁶ *Ibid.*, p. 23: «Lo studio dei messaggi, e particolarmente dei messaggi effettivamente di comando, costituisce la scienza della *cibernetica*».

²⁶⁷ *Ibid.*, p. 31.

stesse non vi è traccia di comunicazione con il mondo esterno, tranne quella della comunicazione univoca con il *carillon*. Esse sono cieche, sorde e mute e non possono in nulla modificare la loro attività dallo schema predisposto nel modello convenzionale»²⁶⁸.

Per questa via, la cibernetica si impone effettivamente come visione del mondo, in grado di offrire una chiave di lettura ad una vastissima gamma di fenomeni, se non proprio a tutti: qualunque fenomeno può essere letto in termini di scambio di informazioni. Dal punto di vista della cibernetica non è importante se l'oggetto preso in esame sia un uomo, un gatto, un cannone o una cellula: in tutti i casi si tratta di una macchina che interagisce col mondo circostante scambiando un insieme più o meno vasto di informazioni. Le differenze sono solo quantitative. Da un punto di vista qualitativo, però, si tratta sempre di macchine: «Da un certo punto di vista, possiamo considerare una macchina come un motore, una fonte di energia. [...] Per noi [invece] una macchina è un apparecchio per convertire messaggi d'ingresso in messaggi d'uscita. [...] è un trasduttore di entrate multiple in uscite multiple»²⁶⁹.

Questo implica un'evidente analogia tra macchina e organismo vivente, che Wiener prende esplicitamente in esame²⁷⁰. Ipotizzando la

²⁶⁸ *Ibid.*, p. 24.

²⁶⁹ *Id.*, *Dio & Golem s.p.a.*, cit., p. 38.

²⁷⁰ *Ibid.*, pp. 49 sgg.

possibile riprovazione di «filosofi e biochimici» di fronte a una tale analogia egli enuncia le eventuali critiche e su tutte una: «Da una parte le macchine sono fatte di ferro e ottone, la cui struttura chimica fine non ha nulla a che fare con le loro funzioni come parte di una macchina. La materia vivente invece, vive fino alle sue particelle più fini che la caratterizzano come tipo di materia, le molecole». Ora, sostiene Wiener, «[...] anche i sistemi viventi non sono viventi (con ogni probabilità) al di sotto del livello molecolare. Inoltre, nonostante tutte le differenze tra sistemi viventi e le normali macchine, è da presuntuosi negare che i sistemi di un tipo non possano fare luce sui sistemi dell'altro tipo». Insomma, «stabilire categoricamente che i processi di riproduzione nella macchina e nell'essere vivente non hanno niente in comune, non va». A scanso di equivoci, Wiener confronta la propria tesi con quella di Darwin: «se è un'offesa al nostro orgoglio l'essere paragonati a una scimmia, con la nostra tesi siamo andati ben più lontano; e l'essere paragonati a una macchina è un'offesa ben maggiore».

Bisogna notare che Wiener si confronta ancora interamente con le macchine – il suo punto di riferimento sono gli automi. Egli non ha ancora in vista i portati dell'ingegneria genetica che, di fatto, sostanziano la visione che egli stesso ha contribuito a dare degli

organismi. Al fondamento di tale visione, in ogni caso, vi è l'informazione.

La teoria dell'informazione, in verità, nasce con Claude Shannon, un ingegnere dei Bell Laboratories che negli '40 si sforzò di rendere ottimale la trasmissione dei segnali radiotelegrafici e telefonici²⁷¹. La grande intuizione di Shannon consiste nel quantificare l'informazione trasmessa attraverso un messaggio: tale quantificazione è definita dalla diminuzione dell'incertezza contenuta nel messaggio. Secondo Shannon la natura dell'informazione è discreta (ciò che costituisce il primo teorema che porta il suo nome): ciò vuol dire che maggiore è la quantità di informazione, minore sarà la sua qualità. In altre parole, l'entropia inficia una comunicazione perfetta.

Shannon spiega che ogni sistema di comunicazione è formato da cinque elementi fondamentali: una sorgente d'informazione, un trasmettitore, un canale, un ricevente, un destinatario²⁷². I sistemi possono poi essere divisi in discreti, continui e misti²⁷³. Quel che però è più interessante è che, di fatto, gli ultimi due possono essere

²⁷¹ Per un'introduzione sulla teoria dell'informazione elaborata da Shannon, cfr. C. Allègre, *op. cit.*, pp. 114-128. Nello specifico v. C. Shannon, *A Mathematical Theory of Communication*, in "The Bell System Technical Journal", 27, Luglio 1948 (consultabile in internet alla pagina web <http://elettronica.fausser.edu/shannon/shannon1948.pdf>). Cfr. anche J. Kåhre, *The Mathematical Theory of Information*, Kluwer Academic Publishers, Boston 2002.

²⁷² C. Shannon, *op. cit.*, p. 2.

²⁷³ *Ibid.*, p. 3: «By a discrete system we will mean one in which both the message and the signal are a sequence of discrete symbols. A typical case is telegraphy where the message is a sequence of letters and the signal a sequence of dots, dashes and spaces. A continuous system is one in which the message and signal are both treated as continuous functions, e.g., radio or television. A mixed system is one in which both discrete and continuous variables appear, e.g., PCM transmission of speech».

interpretati sulla base del primo tipo: «This case has applications not only in communication theory, but also in the theory of computing machines, the design of telephone exchanges and other fields. In addition the discrete case forms a foundation for the continuous and mixed cases»²⁷⁴. Come scrive Allègre, «l'informazione non diventerà solo il fondamento della teoria delle comunicazioni che sarà impiegata quotidianamente dagli ingegneri ma si rivelerà un parametro essenziale di tutti i sistemi i cui elementi si trovino in relazione tra loro, quali che siano i supporti fisici di queste relazioni»²⁷⁵.

L'altro fondamentale aspetto della teoria di Shannon consiste nel basarsi sul concetto chiave di *bit*. I *bits* costituiscono l'unità di misura dell'informazione, cioè la quantità di informazione necessaria e sufficiente a decidere tra due soli eventi equiprobabili. Nelle parole di Shannon, «The choice of a logarithmic base corresponds to the choice of a unit for measuring information. If the base 2 is used the resulting units may be called binary digits, or more briefly *bits*, a word suggested by J. W. Tukey. A device with two stable positions, such as a relay or a flip-flop circuit, can store one bit of information»²⁷⁶. Le conseguenze di questa impostazione sono autoevidenti: cosa sia «a device with two stable positions, such as a relay or a flip-flop circuit»

²⁷⁴ *Ibid.*

²⁷⁵ C. Allègre, *op. cit.*, p. 116.

²⁷⁶ C. Shannon, *op. cit.*, p. 1.

è sotto gli occhi di tutti – il codice binario diventa, con Shannon, la chiave di volta di qualsiasi sistema di comunicazione. Questo vuol dire che qualunque tipo di comunicazione, o meglio qualunque tipo di informazione può essere felicemente codificato in chiave binaria. Come si è detto, infatti, i sistemi discreti fungono da base per i sistemi complessi. qualunque linguaggio può, almeno in teoria, essere tradotto nel codice binario del calcolatore: «ormai la tecnologia, e con essa il digitale, domina tutto. Telecomunicazioni, telefono, disco, televisione: il mondo delle comunicazioni si è convertito al sistema digitale nel giro di pochi anni»²⁷⁷.

Ma il mondo delle comunicazioni è un mondo in espansione, che via via si sovrappone sempre più al mondo reale: il suo regno implementa non più solo i sistemi di comunicazione ma qualunque «trasduttore di entrate multiple in uscite multiple», per dirla con Wiener. «Wiener dimostra che, indipendentemente dal supporto fisico, ogni sistema autoregolato obbedisce alle stesse regole: si informa, reagisce emettendo un segnale il cui ruolo è di opporsi alla variazione osservata. È così che si attua il controllo»²⁷⁸.

Ancora Heidegger vedeva chiaramente che

²⁷⁷ C. Allègre, *op. cit.*, p. 123.

²⁷⁸ *Ibid.*, p. 125.

non c'è bisogno di alcuna profezia per riconoscere che le scienze, nel loro organizzarsi, ben presto saranno determinate e pilotate dalla nuova scienza fondamentale, vale a dire dalla cibernetica.

Questa scienza corrisponde alla determinazione dell'uomo come essere sociale attivo (*als des handelnd-gesellschaftlichen Wesens*). È la teoria che ha per oggetto la direzione della possibile pianificazione e organizzazione del lavoro umano. La cibernetica trasforma il linguaggio in uno scambio di informazioni²⁷⁹.

La cibernetica diviene quindi perno della nuova visione del mondo impostata sulla *mathesis universalis* rappresentata dal codice binario, in grado di “decriptare” l'intero spettro del reale, destrutturandolo in *pixels* e, ovviamente, *bits* di informazione: «Tutti i sistemi naturali, siano essi ecologici, climatici o stratigrafici, possono essere affrontati con profitto servendosi dei concetti della cibernetica o della teoria dell'informazione. Le scienze umane, dalla linguistica all'economia, possono trarre profitto da questa teoria, come hanno già dimostrato»²⁸⁰.

È dunque in questa direzione che bisogna guardare per comprendere l'orizzonte metafisico della realtà virtuale – e, per convergenza, dell'ingegneria genetica.

²⁷⁹ M. Heidegger, *Tempo ed essere*, tr. it. E. Mazzarella, Guida, Napoli 1998, p. 176.

²⁸⁰ C. Allègre, *op. cit.*, p. 128. Sulla cibernetica applicata alle scienze umane, fondamentale è il lavoro di S. J. Heims, *I cibernetici. Un gruppo e un'idea*, tr. it. G. M. Fidora, Editori Riuniti, Roma 1994. Cfr. anche R. Cordeschi, *La scoperta dell'artificiale. Psicologia, filosofia e macchine intorno alla cibernetica*, Dunod, Milano 1998; G. Fornero, S. Tassinari, *op. cit.*, vol. 2, pp. 1443-1465, in particolare per l'ampia bibliografia al riguardo.

3.2 – Biocibernetica.

«Il microfono del telefono è un sistema elettronico che, secondo determinate regole (un codice), trasforma in una serie di impulsi elettrici i suoni emessi dalla voce di chi parla. Questi impulsi sono trasmessi sia sotto forma di segnali radio (il che presuppone una seconda codificazione), sia sotto forma di segnali elettrici, se sono inviati lungo un cavo sottomarino. All’arrivo, cioè nel ricevitore di chi è in ascolto, il messaggio codificato viene decodificato e trasformato in messaggio sonoro, grazie a un altoparlante che restituisce la voce di chi sta parlando»²⁸¹.

Alla luce delle considerazioni fatte fin qui, la semplice descrizione del funzionamento di un telefono evoca immediatamente quello della trasmissione genetica. La parola chiave, qui, è evidentemente “trasmissione”: *mutatis mutandis*, che in questo caso vuol dire sostituire alcune parole con quelle tratte dalla terminologia genetica, lo stesso brano può prestarsi ottimamente a descrivere quanto avviene nella produzione di proteine. Il telefono, in questo caso, è sostituito dall’RNA messaggero (mRNA), che funge da tramite tra il DNA e le proteine, trascrivendo il codice genetico portatore del

²⁸¹ C. Allègre, *op. cit.*, p. 115.

messaggio. «All'arrivo, il messaggio codificato viene decodificato» e dà vita alle proteine che “costruiscono” l'organismo.

Come scrive Susan Aldridge, «il DNA è un archivio di dati. L'informazione in esso contenuta permette di costruire nelle cellule le fondamentali molecole proteiche a partire dai loro componenti, gli amminoacidi. Questo archivio viene trasmesso da una cellula all'altra grazie alla capacità della molecola del DNA di autoreplicarsi»²⁸².

Lo stesso DNA appare il nuovo fulcro di una cibernetica della materia vivente, ovvero dell'informazione genetica: «Una volta chiarita la struttura del DNA e aver capito, grazie a Watson e Crick, che questa doppia elica porta i geni, si potrà gettare un nuovo ponte fra teoria dell'informazione e biologia. Quando il fisico George Gamow (1904-1968) parla di “codice” genetico, si pensa subito ai lavori di Shannon sulla codificazione, si stabilisce immediatamente un'analogia tra codice genetico e linguaggio. Quando le équipes francese (Monod e Jacob) e inglese (Crick e Brenner) mostrano che la traduzione delle istruzioni codificate nel DNA può effettuarsi soltanto tramite l'RNA, il ricorso al linguaggio informatico si impone spontaneamente: si dirà che una proteina è codificata in un certo gene, che un enzima svolge un ruolo di *feed-back* in quel certo meccanismo

²⁸² S. Aldridge, *op. cit.*, p. 39. Per una descrizione più dettagliata del processo di trascrizione e della storia attraverso la quale si è giunti a comprendere tale processo, cfr. tutto il capitolo 2 di questo stesso libro, “il DNA in azione”, pp. 39-69.

ecc. Quando si arriverà a capire che una cellula è un sistema che comporta regolazioni e circuiti, diventerà del tutto naturale sviluppare la fisiologia cellulare con un approccio cibernetico»²⁸³.

La cibernetica assume dunque a pieno titolo il ruolo di guida della scienza di fine millennio, come aveva pronosticato Heidegger. In modi, però, che per molti versi esulano dall'analisi del filosofo tedesco. Egli vedeva nella cibernetica il pericolo di un'automazione dell'uomo, in un orizzonte concettuale che era ancora fortemente influenzato dal meccanicismo. Il computer, di cui Heidegger ha potuto vedere solo i prototipi ancora sostanzialmente meccanici, ha rivoluzionato completamente questo orizzonte, spiazzando, da un lato, il meccanicismo, e dall'altro istituendo con l'organico un rapporto biunivoco. Lo stesso Wiener non ebbe modo di rendersi conto fino in fondo delle possibilità di applicazione della cibernetica al vivente. Se la macchina di riferimento, negli anni '60, si stava già orientando verso il computer, non si poteva ancora scorgere, allora, che, al di là dello *hardware*, ancora oggi, in fondo, sostanzialmente meccanico, o meglio "macchinico", il *software* ha mostrato sempre più una capacità di fusione – e di confusione – con la materia organica.

«Quando i biologi molecolari utilizzano gli elaboratori elettronici per immagazzinare e classificare la decodificazione dei diversi

²⁸³ C. Allègre, *op. cit.*, p. 127.

genomi, il ciclo è chiuso: le macchine informatiche cominciano a immagazzinare informazioni genetiche»²⁸⁴. L'informazione genetica, per converso, diviene pura informazione, appunto, qualcosa che può essere facilmente assimilabile ai relè e ai circuiti flip-flop del codice binario. Del resto, per quanto le basi azotate siano quattro, le coppie che esse formano tra loro sono solo due, il che aumenta ancor più l'analogia (che a questo livello rimane tale, poiché, ovviamente, su una singola elica si alterneranno comunque quattro basi).

Il ponte naturale che viene a formarsi tra la biologia e l'informatica viene occupato dalla chimica che offre a questo punto gli strumenti per trasformare tutto il reale in un software riprogrammabile a piacere: «Il chimico scolpisce le molecole in funzione dei bisogni: gli industriali trasformano queste creazioni in beni di uso corrente. Questa attività creatrice si è certo estesa da quando ci si è resi conto che i meccanismi essenziali della vita erano molecolari. La chimica del vivente stimola la chimica di laboratorio: si fabbrica qui un medicinale, là un ormone, altrove un enzima. Vengono impiegati anche gli esseri viventi per facilitare la sintesi: per lo più batteri, ma anche un substrato vivente, come nella replicazione artificiale del

²⁸⁴ *Ibid.*, p. 127.

DNA. Si apre un nuovo mondo biochimico, immenso per le potenzialità mediche, ma anche industriali»²⁸⁵.

Ovviamente, tutto questo non sarebbe mai stato possibile senza i progressi compiuti nel campo dell'informatica e delle telecomunicazioni: la possibilità di immagazzinare, selezionare e confrontare una quantità di dati sempre maggiore è in questo contesto fondamentale²⁸⁶. Il ponte che unisce biologia e informatica, se è occupato dalla biochimica, avrà come ossatura la bioinformatica. «Nella bioinformatica (*biocomputing*) le informazioni [raccolte] interessano in primo luogo le sequenze del DNA e delle proteine così come la struttura delle proteine, e sono raccolte in vista di un completamento del genoma e del proteoma degli organismi e delle loro funzioni»²⁸⁷.

Si tratta dunque a tutti gli effetti di un'operazione di scansione dell'intero spettro del vivente, a cominciare, ben inteso, dall'essere umano, attraverso il sequenziamento del genoma umano, di recente compiuto. Il Progetto Genoma Umano rappresenta dunque il culmine di questa visione del mondo "cibernetica" nella quale la matrice stessa del vivente può essere incamerata in una avveniristica banca dati ed

²⁸⁵ *Ibid.*, p. 166.

²⁸⁶ R. D. Schmid, *op. cit.*, p. 268: «Der rasente Fortschritt der Molekularbiologie wäre undenkbar ohne die schnellen Entwicklungen in der Computertechnik und der Telekommunikation, die Speicherung, Sortierung und globale Vergleich großer Datenmengen sicherstellen».

²⁸⁷ *Ibid.*: «In der Bioinformatik (*biocomputing*) sind [die wissenschaftlicher Datenmengen] vor allem Informationen über DNA- und Protein-Sequenzen sowie Proteinstrukturen, die zunehmend auf die kompletten Genome und Proteome von Organismen und ihrer Funktion gerichtet sind».

interfacciata direttamente ad una “megamacchina” virtuale che nel frattempo è divenuta *soft*, una rete che si stende sull’intero schermo del reale – *cyberspace*: «Una curiosa coincidenza rese il 1900 testimone delle due conquiste più straordinarie della scienza del XX secolo, la meccanica quantistica e la genetica molecolare. E ora, esattamente un secolo dopo, il mondo ha a disposizione il risultato dei loro sforzi comuni, il genoma umano, ovvero l’archivio della totalità delle informazioni genetiche umane, come se fosse un enorme libro scritto in un alfabeto chimico di sole quattro lettere. Contiene una ricchezza inimmaginabile di dati, la cui interpretazione, nei prossimi decenni, non sarà solo un problema di genetica, ma anche di elaborazione delle informazioni. Il modo in cui biologia e fisica, nonostante i loro obiettivi e metodi diversi, hanno trovato una convergenza in questa ricerca centenaria è una prova del fatto che in realtà esiste una sola ed unica scienza. Fin dall’inizio, proprio le informazioni hanno costituito il problema principale: le informazioni sulla base fondamentale della materia e le informazioni sulla vita stessa»²⁸⁸.

Il “sogno del genoma umano” costituisce dunque un sogno ben più radicato nella carne viva della ricerca scientifica: è il sogno di una

²⁸⁸ H. Ch. Von Baeyer, *Informazione. Il nuovo linguaggio della scienza*, tr. it. S. Bianchi, Dedalo, Bari 2005, p. 61.

mathesis universalis nel senso pieno del termine, di una chiave di lettura universale del “codice genetico” del reale, di quel codice inscritto nella materia che è evidentemente il riflesso del verbo attraverso cui Dio creò e plasmò il mondo.

Il Progetto Genoma Umano «ha come obiettivo la mappatura, cioè la localizzazione di tutti i geni (da 50 a 100000) che compongono il DNA umano. [...] I potenziali benefici che possono derivare dal Progetto genoma sono enormi, come la individuazione di anomalie genetiche e, in prospettiva, le terapie in grado di modificare, rimpiazzare o eludere il “gene” difettoso. Un sogno, il genoma umano, che è diventato una fede, come sottolinea Ruth Hubbard, biologa ad Harvard e membro del Council for Responsible Genetics. Perché la nuova religione della biologia molecolare è il genoma umano. E “dogma centrale” è chiamato lo schema del flusso unidirezionale dal DNA alle proteine che sembra non dare spazio nella sua formulazione alle influenze esterne²⁸⁹. Lo si chiama anche “Santo Graal”, e il “Libro dei libri”, come la Bibbia. Alla mistica del DNA e al gene come nuova “icona culturale” si dedicano convegni, libri, film, perfino cartoni

²⁸⁹ In realtà, le cose non sono così semplici e il dogma centrale della genetica molecolare formulato da Francis Crick ha dovuto essere in gran parte rivisto: cfr. M. Buiatti, *op. cit.*, pp. 23-33.

animati. Una dimostrazione di quanto la scienza riesca a permeare e a condizionare la cultura»²⁹⁰.

Il gene è divenuto una vera e propria icona culturale, secondo le autrici di *The DNA Mystique*, a prescindere da quali siano le sue effettive caratteristiche biologiche. Esso mostra un potere di attrazione culturale che si è sempre più imposto nell'immaginario collettivo del post-moderno, pari soltanto al potere iconico del *cyberspace* – e non è un caso. «In supermarket tabloids and soap operas, in television sitcoms and talk shows, in women's magazines and parenting advice books, genes appear to explain obesity, criminality, shyness, directional ability, intelligence, political leanings, and preferred style of dressing. There are selfish genes, pleasure-seeking genes, violence genes, celebrity genes, gay genes, couch-potato genes, depression genes, genes for genius, genes for saving, and even genes for sinning. These popular images convey a striking picture of the gene as a powerful, deterministic, and central to an understanding of both everyday behavior and the "secret of life". [...] the biological gene – a nuclear structure shaped like a twisted ladder – has a cultural meaning independent of its precise biological properties. Both a scientific concept and a powerful social symbol, the gene has many powers»²⁹¹.

²⁹⁰ G. Milano, *op. cit.*, p. 57.

²⁹¹ D. Nelkin, M. S. Lindee, *The DNA Mystique. The Gene as a Cultural Icon*, University of Michigan Press, Ann Arbor 2004, p. 2.

Anche Lewontin sottolinea il carattere di sacralità che aleggia sul concetto di DNA, quanto meno sul piano dell'immaginario collettivo: «La biologia molecolare è ora una religione, e i biologi molecolari ne sono i profeti»²⁹². Gli scienziati parlano senza mezzi termini di Santo Graal: «La ricerca del Graal biologico è andata progredendo a partire dagli inizi del secolo, ma ora è entrata nella sua fase culminante con la recente creazione del progetto genoma umano, che si pone come obiettivo ultimo di acquisire tutti i dettagli del nostro genoma. [...] Trasformerà le nostre capacità di predire quello che possiamo diventare. [...] Indubbiamente, le connotazioni di potere e paura associate con il santo Graal accompagnano il progetto genoma, la sua controparte biologica. [...] Sicuramente modificherà a fondo il modo in cui la biologia verrà praticata nel ventunesimo secolo. Quale che sia la forma che questa modificazione assumerà, la ricerca del Graal biologico raggiungerà prima o poi il suo scopo, e noi crediamo che non sia troppo presto per cominciare a pensare a come controllare il potere in maniera da ridurre – o, meglio ancora, eliminare – le legittime paure della società e della scienza»²⁹³.

Lewontin tenta di gettar luce sulle pastoie di una visione determinista del DNA, e punta il dito su quella che è a tutti gli effetti

²⁹² R. Lewontin, *Il sogno del genoma umano*, in id., *op. cit.*, p. 108.

²⁹³ D. J. Kevles, L. Hood (ed.), *The Code of Codes. Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1992, cit. in R. Lewontin, *op. cit.*, p. 108.

una fede, una fede per molti versi irragionevole. La visione di un DNA che funga da chiave di comprensione del reale, da “Santo Graal” della biologia, secondo Lewontin, «benché sia corretta nella sua descrizione molecolare di dettaglio, è sbagliata rispetto a quello che pretende di spiegare. In primo luogo, il DNA non si autoriproduce; in secondo luogo, il DNA non fa niente; e in terzo luogo, gli organismi non sono determinati da esso»; anzi «il DNA è una molecola morta, una delle molecole meno reattive e chimicamente più inerti del mondo vivente»²⁹⁴.

²⁹⁴ *Ibid.*, pp. 111 sg. Lewontin spiega più diffusamente la ragione di queste affermazioni in tutto il saggio in questione. Poiché, tuttavia, in questo contesto le sue critiche hanno un effetto a dir poco spiazzante, sarà bene riportare i punti cruciali del suo ragionamento: «Il DNA non ha il potere di riprodurre se stesso. È invece prodotto da materiali elementari tramite un meccanismo cellulare complesso di proteine. Mentre si dice spesso che il DNA produce proteine, in realtà sono le proteine (enzimi) che producono il DNA. Il DNA appena prodotto è senz’altro una *copia* del vecchio, e la struttura duale della molecola del DNA fornisce una sagoma complementare su cui il processo di copiatura si compie. Il processo di copiatura di una fotografia include la produzione di un negativo complementare che viene poi stampato, ma non per questo presentiamo la fabbrica Eastman Kodak come un luogo di autoriproduzione. [...] Non soltanto il DNA è incapace di fare copie di se stesso, con o senza aiuto, ma è incapace di “fare” alcunché. La sequenza lineare di nucleotidi nel DNA è usata dal meccanismo della cellula per determinare quale sequenza di aminoacidi dev’essere inserita in una proteina, e determinare quando e dove la proteina dev’essere prodotta. Ma le proteine della cellula sono fatte da altre proteine, e senza quel meccanismo di costruzione delle proteine *niente* può essere fatto. [...] Noi ereditiamo non solo i geni fatti di DNA ma anche un’intricata struttura di meccanismo cellulare costituito di proteine. [...] Persino l’organismo non elabora sé stesso a partire dal suo DNA. In qualsiasi momento della sua vita un organismo è la conseguenza unica di una storia evolutiva che risulta dall’interazione e dalle influenze reciproche di forze interne ed esterne. Le forze esterne, di cui di solito parliamo come “ambiente”, sono esse stesse in parte conseguenza delle attività dell’organismo, in quanto esso produce e consuma le condizioni della propria esistenza. Gli organismi non trovano il mondo in cui si sviluppano. Lo fanno. Reciprocamente, le forze interne non sono autonome, ma agiscono in risposta a quelle esterne» (pp. 112 sg. e 116). Ritornando poi sulla questione al termine del Progetto Genoma Umano, Lewontin ribadisce, dal suo punto di vista, il fallimento di tale progetto: «La cosa più comica nel sequenziamento del genoma umano è che il risultato non fornisce risposta alla questione principale che aveva spinto a intraprendere il progetto. Ora che abbiamo la sequenza completa del genoma umano, appunto, non sappiamo nulla di più di quanto già non sapessimo su che cosa è essere uomini» (p. 151). Evidentemente, qui, sono in gioco due concezioni diverse di ciò che si intende per sapere cosa è essere uomini.

Per quanto non sia il caso di approfondire ulteriormente tale questione, dati i limiti della presente ricerca, votata ad un’analisi del paradigma tecno-scientifico sottostante alle biotecnologie, e non ad una proposta alternativa a tale paradigma, sarà cionondimeno importante tenere a mente queste considerazioni di Lewontin, che tra l’altro trovano conforto in altre voci che da più parti, ed in

Pertanto, conclude Lewontin, «è l'entusiasmo evangelico dei moderni Cavalieri del Santo Graal e l'ingenuità degli accoliti del mondo giornalistico catechizzati che hanno fatto così del DNA un feticcio. Ci sono anche delle inclinazioni ideologiche che si fanno sentire qui. La più accurata descrizione del ruolo del DNA vede in esso il portatore dell'informazione che viene letto dal meccanismo della cellula nel processo produttivo. Insensibilmente, da portatore di informazione il DNA viene poi di colpo trasformato in DNA come progetto, come piano, come disegno di costruzione, come molecola maestra. È il trasferimento nell'ambito della biologia della credenza nella superiorità del lavoro mentale su quello puramente fisico, del pianificatore e disegnatore sull'operaio generico della catena di montaggio»²⁹⁵.

In realtà, come si è visto, più che un pregiudizio ideologico di stampo sociale, ad agire in tal senso è l'applicazione del paradigma tecno-scientifico basato sul modello della cibernetica alla scienza biologica. Ciò che sembra sfuggire a Lewontin, nella sua critica, è

maniera sempre crescente, giungono dall'interno stesso della comunità scientifica, ad ampliare l'orizzonte della visione del mondo scientifica oltre lo sguardo, per molti versi limitante e limitato, del riduzionismo classico. Per un approfondimento in tal senso cfr. R. Hubbard, E. Wald, *Exploding the Gene Myth. How Genetic Information is Produced and Manipulated by Scientists, Physicians, Employers, Insurance Companies, Educators, and Law Enforcers*, Beacon, Boston 1993. Nella Hubbard, la critica alla visione dominante della scienza è intrecciata con le tematiche della critica femminista. Su Ruth Hubbard cfr. R. Lewontin, *Donne contro i biologi*, in id., *op. cit.*, pp. 157-189, una rassegna dei più importanti testi di questa autrice. Cfr. inoltre F. Capra, *Il punto di svolta. Scienza, società e cultura emergente*, tr. it. L. Sosio, Feltrinelli, Milano 2007, in particolare pp. 221-253 ("La visione sistemica della vita") e l'ampia bibliografia ivi proposta.

²⁹⁵ R. Lewontin, *op. cit.*, p. 113.

che, di fatto, un impianto Eastman Kodak²⁹⁶ presenta, da un punto di vista cibernetico, le stesse qualità del DNA, entrambe essendo un esempio di quel «trasduttore di entrate multiple in uscite multiple» di cui parlava Wiener. Sicché la fabbrica, la macchina, diviene un organismo a tutti gli effetti e nel contempo il DNA diviene macchina: la cellula diventa una fabbrica biologica, per parafrasare l'eloquente espressione di Volkart Wildermuth.

È qui che si gioca tutta la partita, è qui che si deve cercare il senso di quel connubio tra biotecnologia ed informatica che stiamo analizzando: in ciò che è stato definito biocibernetica, il «matrimonio tra geni e computer» di cui parla Rifkin nel suo, sovente definito apocalittico, libro sul *Secolo biotech*²⁹⁷.

Kevin Kelly, che a buon diritto potrebbe essere definito uno degli araldi di questa nuova visione del mondo²⁹⁸, della «nuova biologia

²⁹⁶ V. *supra*, nota 294.

²⁹⁷ J. Rifkin, *Il secolo biotech. Il commercio genetico e l'inizio di una nuova era*, Baldini & Castoldi Dalai, Milano 2003, p. 302.

²⁹⁸ In realtà, la posizione di Kelly sembra collocarsi a metà strada tra le tesi di Fritjof Capra e quelle della cibernetica. La sua sembra una forma di taoismo tecnologico (un taoismo, per molti versi, rivisitato e per questa via svuotato di senso), che invita alla non azione dell'*out of control* nella convinzione che una sorta di mano invisibile del progresso tecno-scientifico conduca inevitabilmente ad un equilibrio omeostatico della biosfera e del *ménage à trois* uomo-tecnica-natura. Le tesi di Kelly sono difficilmente riassumibili in poche righe. Egli stesso, tuttavia, indica nella prolusione tenuta dal dottor Joachim Weyl in un convegno organizzato alla Armour Research Foundation nel maggio 1959, un ottimo sunto delle sue tesi, nel quale, con «una sola stoccata», egli «delineò il contenuto del mio intero libro sulla nascente scienza dei sistemi adattativi distribuiti e i fenomeni emergenti che generano». Sono tre gli elementi sottolineati da Kelly sui quali il dottor Weyl richiama l'attenzione del pubblico: il primo è che «dal campo dell'informatica si riuscirà, a lungo termine, ad arrivare alla comprensione di massima dell'elemento della memoria, che è assolutamente e inevitabilmente presente in quelli che in futuro si potrebbero definire "sistemi auto-organizzati"» (scherzosamente, Weyl aveva appellato così i suoi uditori, in apertura del suo discorso, ciò a dire che gli uomini sono appunto tali "sistemi auto-organizzati"). «Il secondo elemento viene chiamato dai biologi differenziazione. In qualsiasi sistema che si

delle macchine, dei sistemi sociali e dell'economia globale», come recita il sottotitolo di *Out of control*, afferma che «sia l'ingegneria genetica che l'ecologia industriale sono la premessa per la terza categoria dei sistemi bionici – in parte biologia, in parte macchina. Noi abbiamo appena cominciato a immaginare le varietà di sistemi ecotecnici che potrebbero creare le cose che desideriamo. [...] Nel momento in cui i gingilli tecnologici ci abbagliano, ci accorgiamo che essi sono qui primariamente per fermentare la vera rivoluzione... in biologia. Il prossimo secolo ci farà entrare in un'era non di silicio – come tutti annunciano a trombe spiegate – ma di biologia. Topi. Virus. Geni. Ecologia. Evoluzione. Vita.

“Più o meno; ciò in cui ci introdurrà il prossimo secolo è l'*iperbiologia*: topi sintetici. Virus di computer. Geni meccanizzati. Ecologia industriale. Evoluzione supervisionata. Vita artificiale. Ma sono tutti aspetti di una sola cosa. La ricerca al silicio sta sfuggendo verso la biologia, i gruppi di studiosi sono in accesa competizione per

evolve è chiaramente necessaria la presenza di quello che i genetisti hanno chiamato mutazioni, eventi essenzialmente casuali. [...] Il terzo elemento fondamentale si presenta probabilmente in maniera più chiara e accessibile quando ci si occupa di grandi organizzazioni sociali. Possiamo chiamarla, per lo scopo che ci proponiamo qui, subordinazione, o se preferite, funzione esecutiva» (K. Kelly, *op. cit.*, pp. 479 sg.). Questi elementi vanno inseriti nel contesto del paradigma cibernetico, all'interno del quale assumono chiaramente il ruolo di chiave interpretativa di quei sistemi auto-organizzati che implementano tanto l'uomo quanto la macchina. O meglio, si tratta di far confluire tutti i livelli del reale (dal microrganismo alla biosfera, intesa come sistema complesso e senza distinzioni tra biologico ed artificiale) nello schema interpretativo della cibernetica.

progettare computer che non solo siano di aiuto nello studio della natura, ma che siano naturali essi stessi»²⁹⁹.

Per comprendere ciò che qui è in questione, è necessario soffermarsi per un momento ad analizzare più diffusamente quel che è stato il Progetto Genoma Umano³⁰⁰. L'obiettivo finale del programma era quello di stabilire la sequenza completa delle basi A, T, C e G che compongono i geni del genoma umano: una stringa lunga tre miliardi di lettere. Inizialmente si trattava di tagliare il DNA nucleotide per nucleotide, identificando poi ad uno ad uno i nucleotidi man mano che venivano tagliati. Questa tecnica, messa a punto da Allan Maxam e Walter Gilbert, è stata poi sostituita da tecniche meccaniche molto più rapide: il DNA viene inserito in un terminale che procede a tagliare i nucleotidi in maniera meccanica e ad elaborare una stampata di computer in quattro colori che mostra la sequenza così ottenuta. Questi procedimenti sono poi stati migliorati sempre più e sono stati «elaborati complessi programmi di computer per catalogare, immagazzinare, confrontare, ordinare, recuperare, e altrimenti organizzare e riorganizzare la stringa enormemente lunga di lettere»

²⁹⁹ *Ibid.*, p. 194.

³⁰⁰ Sul Progetto Genoma Umano cfr., oltre a R. Lewontin, *op. cit.*, S. Aldridge, *op. cit.*, pp.76-89; V. Wildermuth, *op. cit.*, pp. 39-42; R. D. Schmid, *op. cit.*, pp. 234 sg. e 246-255; D. W. Ross, *op. cit.*, pp. 20 sg.; L. Barberis, M. De Acetis, *Il progetto genoma umano*, in "Torinoscienza", 10/3/2004 (<http://www.torinoscienza.it>); U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Mapping our Genes. The Genome Projects: How Big, How Fast?*, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1988. Cfr. anche il sito del National Human Genome Research Institute: <http://www.genome.gov>.

che emerge dalla lettura dei dati³⁰¹. Non si tratta, infatti, solo di leggere la sequenza delle basi azotate: il senso del progetto è piuttosto quello di capire il significato di tutti i geni che compongono il genoma umano, per cui il sequenziamento dei nucleotidi è solo il primo stadio. Per questo motivo il progetto si è svolto in due fasi: nella prima fase si trattava di mappare il DNA, il che vuol dire determinare dei segmenti di sequenza del DNA distribuiti lungo i ventitré cromosomi nei quali si divide il DNA umano. Come è noto, infatti, il DNA non è un'unica stringa lineare ininterrotta, ma si suddivide in piccole unità, ciascuna delle quali è contenuta in un cromosoma. Mappare il DNA vuol dire allora individuare dei segmenti di DNA che possano fungere da punti di riferimento posizionali rispetto ai cromosomi in modo da stabilire dove possano trovarsi determinati geni all'interno di ciascun cromosoma. Nella seconda fase del progetto, le diverse sezioni dei cromosomi così individuati sono state distribuite ai diversi laboratori per il sequenziamento vero e proprio dei nucleotidi, in modo da ricomporre il genoma completo dell'uomo. A questo punto, si tratterebbe di comprendere il significato biologico di ciascun gene, che è decisamente il lavoro più arduo.

Tuttavia, con il Progetto Genoma Umano, la ricerca non si è affatto arrestata. La «Grande Scienza», come la chiama

³⁰¹ R. Lewontin, *op. cit.*, p. 114.

sardonicamente Lewontin, ha presto rilanciato la posta in palio, annunciando la necessità di avviare un Progetto Proteoma. Il punto è che, secondo Lewontin, «se, come ha scritto l'eminente biologo molecolare Walter Gilbert, la conoscenza del genoma umano doveva produrre “un cambiamento nella nostra comprensione filosofica di noi stessi”, questo cambiamento non è stato affatto quello che si sperava. Pare che non siamo poi molto diversi dai vegetali, se dobbiamo giudicare dai nostri genomi»³⁰². La comprensione dell'uomo, secondo Lewontin, non può evidentemente passare per un'analisi riduzionista della sua biologia molecolare. A dispetto di questa convinzione, però, i biologi molecolari hanno invocato «un nuovo e ancora più grandioso progetto». Il Progetto Proteoma, per l'appunto.

Il proteoma³⁰³ indica la totalità delle proteine espresse dal genoma durante l'arco dell'intera vita di una cellula ovvero di un tessuto³⁰⁴. Studiare il proteoma risulta molto più difficile che non studiare il genoma, per il semplice fatto che, oltre ad esistere una enorme quantità di proteine diverse, l'“alfabeto” di cui tali proteine sono fatte è composto da 20 amminoacidi normali più quelli

³⁰² R. Lewontin, *op. cit.*, p. 152.

³⁰³ Sul proteoma cfr. D. Swinbanks, *Government Backs Proteome Proposal*, in “Nature”, 1995, 378; T. Rabilloud, I. Humphrey-Smith, *Introduction. The Virtue of Proteomics*, in T. Rabilloud (ed.), *Proteom Research. Two-dimensional Gel Electrophoresis and Identification Methods*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1999; T. K. Atwood, *Paradigm of Proteom*, in “Science”, 2000, 290. Cfr. inoltre L. Bini, *Il proteoma*, alla pagina web http://www.areamedlab.it/pdf/mdl/pro_bini.pdf, che presenta anche un'ampia bibliografia sull'argomento.

³⁰⁴ D. Swinbanks, *op. cit.*, p. 653.

modificati, a fronte dei soli quattro nucleotidi del DNA. Le difficoltà, in verità, sono anche maggiori, poiché alcuni geni possono subire splicing alternativi dando vita a diversi prodotti; inoltre le stesse proteine subiscono delle modificazioni dopo che sono state prodotte, per mezzo di tagli o di aggiunte di vari gruppi chimici; infine, mentre il genoma è unico, il proteoma può variare anche all'interno dello stesso organismo, sia nel tempo sia in base ai diversi tipi cellulari presenti³⁰⁵.

Nonostante queste difficoltà di non poco conto, la proteomica appare la necessaria conseguenza della ricerca sul genoma, e costituisce la via maestra di quella che è stata definita era post-genomica. Questo è in parte certamente dovuto al fatto che il Progetto Genoma ha offerto risultati tanto deludenti. Ma a ben guardare – ed è questo forse ciò che, ancora una volta, sembra sfuggire a Lewontin – risulta essere anche la naturale conseguenza di una logica che muove la ricerca scientifica. Una logica che, a questo punto, appare chiaramente connotata come cibernetica. Si tratta, in altre parole, tanto per il Progetto Genoma, quanto per il Progetto Proteoma, di una scansione del vivente affinché l'intero spettro delle informazioni riguardanti la struttura elementare degli organismi sia inserito in una banca dati computerizzata e resa quindi disponibile ad una sua

³⁰⁵ L. Bini, *op. cit.*

informatizzazione. A rischio di scadere nel sensazionalismo, si potrebbe giungere a dire che il Progetto Genoma prima ed il Progetto Proteoma poi rientrano in una logica molto audace che ambisce a fare l'*upload* del vivente, per incamerarlo sotto forma di informazione da spendere, all'occorrenza, nel momento in cui si voglia intervenire per una sua modifica: qualcosa che rappresenta il corrispondente informatizzato di quell'archivio di mappe che l'occidente andava accumulando nei secoli della sua espansione e che costituiva il fondamentale bagaglio di informazioni senza il quale non sarebbe mai stato concepibile il dominio europeo sul mondo. Ora, l'esplorazione avviene non più sui mari del mondo, ma direttamente sulla vita, onde estendere il dominio bioingegneristico sul mondo biologico. Spingendo ancor più in là questa suggestione, si tratta, in poche parole, di mettere le mani direttamente sul *file sorgente* della vita.

Contemporaneamente a questo processo, è lo stesso vivente a divenire strumento della cibernetica e dell'informatizzazione. Se la cellula diviene fabbrica e se il DNA è un immenso archivio di dati, l'analogia è ben più sostanziale rispetto all'interpretazione wieneriana della macchina nella quale pure rientrano. A tutti gli effetti le cellule diventano una macchina biologica e il DNA un microchip biologico. È qui che si attua definitivamente il connubio tra biotecnologia e informatica: «L'unione delle scienze dell'informazione con le scienze

della vita – in altre parole dei computer con i geni – in una singola rivoluzione tecnologica e commerciale», per usare le parole di Rifkin³⁰⁶. Come scrive Sherry Turkle, «discutere in merito al progetto Genoma Umano significa anche considerare la possibilità che si scoprano i codici genetici che determinano la personalità, il temperamento e l'orientamento sessuale. Contemplare l'ingegneria genetica porta alla ridefinizione del considerare noi stessi esseri programmati. Qualunque reazione romantica che pone le proprie fondamenta sulla biologia risulta fragile, perché costruita su un terreno friabile. La biologia si va appropriando dei moderni e ormai vecchi modelli informatici della tecnologia del computer mentre contemporaneamente i ricercatori informatici aspirano a realizzare una nuova, emergente biologia opaca più vicina alla cultura postmoderna della simulazione»³⁰⁷.

Già Weizenbaum aveva notato che il computer ha fornito alla genetica la metafora di riferimento e che il linguaggio informatico ha offerto la chiave per comprendere i processi biologici: «I risultati annunciati da Crick e Watson caddero su un terreno che era già stato in parte preparato dalla pur vaga conoscenza che la gente aveva di computer, circuiti e teoria dell'informazione. [...] A partire da questo

³⁰⁶ J. Rifkin, *op. cit.*, p. 283.

³⁰⁷ S. Turkle, *La vita sullo schermo. Nuove identità e relazioni sociali nell'epoca di Internet*, tr. it. a cura di B. Parrella, Apogeo, Milano 1997.

momento per il pubblico risultò più facile vedere la scoperta del codice genetico come le istruzioni alla base di un programma per computer, e la scoperta della struttura a doppia elica del DNA come un esempio di diagramma per la cablatura di un computer»³⁰⁸.

Questa metafora, come si è visto, parla il linguaggio della cibernetica: «è la scoperta che i processi della vita sono diretti da programmi»³⁰⁹ a costituire il perno di questa metafora. O ancora, con le parole di Dawkins: «Quello che risiede nel cuore di ogni cosa vivente non è un fuoco, non un caldo respiro, non una “scintilla di vita”. È l’informazione, sono le parole, le istruzioni»³¹⁰.

Tramite l’utilizzo del computer diventa allora possibile un campo di sperimentazione vastissimo, in cui è possibile sintetizzare ogni forma di molecola, a cominciare dalla QM₂₁₂, la prima molecola sintetica con proprietà utili, realizzata nel 1991 facendo ricorso al computer³¹¹. Da qui la possibilità di realizzare ogni forma di composti che possa tornare utile nella logica industriale della produzione: dalla conduzione dell’elettricità alla lotta ai tumori e all’AIDS³¹².

³⁰⁸ J. Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason*, W.H. Freeman, San Francisco 1976 (tr. it. *Il potere del computer e la ragione umana. I limiti dell’intelligenza artificiale*, Abele, Torino 1987), p. 156, cit. in J. Rifkin, *op. cit.*, p. 292.

³⁰⁹ W. H. Thorpe, *The Frontiers of Biology*, in J. B. Cobb, D. R. Griffin (eds.), *Mind in Nature. Essays on the Interface of Science and Philosophy*, University Press of America, Washington, D.C. 1977, p. 6.

³¹⁰ R. Dawkins, *L’orologio cieco*, cit., p. 112.

³¹¹ J. Rifkin, *op. cit.*, p. 308.

³¹² Cfr. M. D. Uehling, *Birth of a Molecule*, in “Popular Science”, 2/1992, pp. 74-76.

Oltre a ciò, si deve aggiungere a questo scenario la possibilità di creare chip di DNA, «costruiti usando la tecnica della fotolitografia, la stessa tecnica usata per i microprocessori. E come i loro predecessori, i chip di DNA stanno diventando sempre più ricchi di informazioni»³¹³.

Ora, afferma Rifkin, «l'ultimo esempio di integrazione dell'informazione con le scienze della vita ci arriva nella forma del "computer molecolare", una macchina pensante fatta di filamenti di DNA piuttosto che di silicio. Gli scienziati hanno già costruito il primo computer di DNA e un crescente numero sia di esperti di computer sia di biologi molecolari prevedono che nei primi anni del secolo della biotecnologia la maggior parte dell'attività informatica verrà svolta all'interno dei chip di DNA. L'abilità del DNA di elaborare informazioni supera di molto il più avanzato supercomputer esistente. Diversamente dai computer convenzionali, che sono sequenziali e possono elaborare solo una cosa alla volta, il DNA è una potente macchina da calcolo in parallelo e teoricamente può calcolare centinaia di milioni di miliardi di cose alla volta»³¹⁴.

Il circolo si chiude: se la macchina è un trasduttore di entrate multiple in uscite multiple e se per lo stesso motivo una cellula può

³¹³ J. Rifkin, *op. cit.*, p. 309.

³¹⁴ *Ibid.*

essere considerata una macchina, il DNA può a buon diritto essere equiparato al processore di un computer. Adleman, padre del computer molecolare, aveva compreso che «il DNA è essenzialmente digitale. Questo significa che può contare»³¹⁵.

Adleman fece dunque un esperimento, nel quale riuscì a far risolvere un problema di matematica al DNA³¹⁶. Sulla base di queste intuizioni, Richard Lipton, dell'Università di Princeton, inventò una procedura di codifica per tradurre le basi del DNA in stringhe del codice binario (e a questo punto l'analogia tra codice binario e struttura del DNA diventa sostanziale). A questo punto riuscì a fare in modo che il DNA simulasse i canali elettronici attraverso cui i computer prendono le decisioni³¹⁷.

Come spiega Adleman³¹⁸, «potrebbe esistere un computer liquido nel quale molecole interagenti effettuino operazioni di computazione». Egli era stato particolarmente colpito dalla definizione di Turing di “computabilità”, che aveva preceduto l'avvento degli attuali computer

³¹⁵ T. A. Bass, *Gene Genie*, in “Wired”, 8/1995, p. 164, cit. in *ibid.*, pp. 309 sg.

³¹⁶ L. Adleman, *Molecular Computation of Solutions to Combinatorial Problems*, in “Science”, 266, 10/1994, pp. 1021-1024. (È possibile reperire questo ed altri testi di Adleman sul sito internet <http://www.usc.edu/dept/molecular-science>).

³¹⁷ J. Rifkin, *op. cit.*, p. 310.

³¹⁸ L. Adleman, *Computing with DNA. The manipulation of DNA to solve mathematical problems is redefining what is meant by “computation”*, in “Scientific American”, 279(2), 8/1998, pp. 34-42. Sul computer a DNA cfr., oltre ai testi citati, R. Lipton, E. Baum (eds.), *DNA Based Computers*, DIMACS, American Mathematical Society, 1, 21, 1996 (in particolare l'intervento di L. Adleman, *On constructing a molecular computer*); L. Landweber, E. Baum (eds.), *2nd Annual Workshop on DNA Computing*, Princeton University, DIMACS, American Mathematical Society, 1, 29, 1999. Per un'introduzione a carattere generale cfr. M. Amos, *Theoretical and Experimental DNA Computation*, Springer, Berlin-Heidelberg 2005.

di circa un decennio. Turing, spiega Adleman, aveva inventato, per i suoi studi, una macchina consistente in un paio di nastri e in un meccanismo chiamato “controllo finito”: un nastro fungeva da input, l’altro da output, mentre il controllo finito era programmabile con istruzioni molto semplici. «Sarebbe stato facile scrivere un programma che potesse leggere una stringa di A, T, C e G sul nastro di input e scrivere la stringa corrispondente di Watson e Crick sul nastro dell’output. Le similitudini con la DNA polimerasi difficilmente avrebbero potuto apparire più scontate». Ma la cosa più importante è che la macchina di Turing, proprio come il DNA, era assolutamente universale: «it could be programmed to compute anything that was computable at all». Dal momento in cui aveva compreso questo, Adleman volle trovare un modo per far sì che il DNA risolvesse problemi.

Come egli stesso spiega, le cellule contengono un insieme di “macchine” che possono essere sfruttate per risolvere problemi. Non ha importanza il fatto che nessuna di queste macchine sia in grado di giocare a scacchi – il punto fondamentale, dice Adleman, è che la computazione è semplice: «Per costruire un computer, solo due cose sono veramente necessarie – un metodo per conservare l’informazione e alcune semplici operazioni per agire su quell’informazione. [...] La cosa considerevole è che praticamente ogni metodo di conservazione

dell'informazione ed ogni insieme di operazioni per agire su quell'informazione è abbastanza buono». E subito aggiunge: «Good enough for what? For universal computation – computing anything that can be computed».

Per questa via siamo così giunti al cuore vivo della biotecnologia, il vero e proprio Santo Graal della attuale ricerca, dove si incrociano le vie percorse dalla bioingegneria e dalla bioinformatica: la computazione di tutto ciò che è computabile – ovvero di tutto.

Secondo Kevin Kelly l'avvento del controllo automatico – della cibernetica – avviene in tre stadi ed «ha prodotto tre cambiamenti pressoché metafisici nella cultura umana».

Il primo stadio è costituito dal controllo dell'energia per mezzo del motore a vapore, che “libera” l'energia ovvero la imbriglia e la rende disponibile all'utilizzo umano. È allora che ha inizio l'era della tecnologia – la rivoluzione industriale: la tecnica rivela il suo *logos*, la sua *ratio*.

«Il secondo regime di controllo» è costituito «dall'amplificazione dell'accurato controllo dei materiali» – la conquista della materia: essa, «in qualsivoglia forma noi vogliamo», «non è più una barriera. La materia è praticamente “libera”».

Il terzo regime è il controllo dell'informazione. Il suo «seme fu piantato due secoli fa dall'applicazione dell'informazione al motore a

vapore». Da allora c'è stato un aumento sempre crescente di informazione, che equivale, nelle parole di Kelly, all'«esplosione selvaggia del vapore». Ora si tratta di controllare quest'esplosione informatica – “liberare” l'informazione. «L'ingegneria genetica (informazione che controlla l'informazione del DNA) e gli strumenti per librerie elettroniche (informazione che amministra l'informazione dei libri) adombrano la conquista dell'informazione»³¹⁹.

È questa la «seconda genesi» cui fa riferimento Rifkin³²⁰. È questo l'orizzonte cibernetico nel quale si iscrive la ricerca biotecnologica.

Questo paradigma, che potrebbe essere definito in una parola come biocibernetica, con tutta la sua mistica del Santo Graal, il DNA, affonda le sue radici nel terreno della virtualizzazione – tecnologia del vivente intesa, lo si è visto, come sua virtualizzazione.

Occorre dunque scandagliare questo terreno, rileggere questo paradigma nell'orizzonte metafisico della realtà virtuale che lo circonda. Se il DNA è il Santo Graal del bioingegnere, la realtà virtuale rappresenta probabilmente il cielo che lo accoglie.

³¹⁹ K. Kelly, *op. cit.*, pp. 131 sg.

³²⁰ J. Rifkin, *op. cit.*, p. 121.

3.3 – La metafisica della realtà virtuale

Se la biotecnologia è definibile come la tecnologia applicata al vivente e se, d'altro canto, come si è visto, la tecnologia è riconducibile ad un processo di virtualizzazione, la logica conclusione è che la biotecnologia sia identificabile con un processo di virtualizzazione del vivente.

A questo punto si tratterà di comprendere meglio cosa si intende per virtualizzazione e, di conseguenza, per realtà virtuale. Qual è, in altri termini, l'orizzonte metafisico che ha partorito, e nel quale si muove, la realtà virtuale, e che sembra coincidere con l'orizzonte metafisico della biotecnologia.

In primo luogo si dovrà sgombrare il campo da alcuni grossolani fraintendimenti, sulla scorta delle considerazioni fatte da Pierre Lévy. Virtuale non ha nulla a che vedere con una derealizzazione, o smaterializzazione: «Il virtuale non è quello che vi immaginate. Non sono i goffi movimenti di un uomo in guanti e occhialini da Banda Bassotti in una stanza vuota. Non è la ragazzina che guarda nel casco e atteggia ciò che resta del volto a meraviglia. Neppure sesso a domicilio o alieni in soggiorno. Il virtuale è intorno a noi, dentro di

noi, che siamo già immersi nel virtuale semplicemente perché il virtuale era già»³²¹.

Nulla di fantascientifico, dunque: «il virtuale, rigorosamente definito, [ha] poco a che fare con il falso, l'illusorio e l'immaginario. Il virtuale non è affatto il contrario del reale, ma un modo anzi di essere fecondo e possente, che concede margine ai processi di creazione, schiude prospettive future, scava pozzi di senso al di sotto della piattezza della presenza fisica immediata»³²².

Piuttosto, il virtuale si contrappone dialetticamente all'attuale, che ne costituisce la risposta: è la dialettica aristotelica tra potenza e atto: «Il virtuale [...] non si oppone al reale ma all'attuale. Contrariamente al possibile, statico e già costituito, il virtuale è come il complesso problematico, il nodo di tendenze e di forze che accompagna una situazione, un evento, un oggetto o un'entità qualsiasi, e che richiede un processo di trasformazione: l'attualizzazione. Tale complesso problematico fa parte dell'entità considerata, anzi ne costituisce uno degli aspetti di maggior rilievo. Il problema del seme, per esempio, è di far crescere un albero. Il seme “è” questo problema, anche se non si esaurisce in esso. Questo non significa che il seme “conosce” esattamente quale sarà la forma

³²¹ M. Bettetini, *Prefazione*, in P. Lèvy, *Il virtuale*, cit., p. XIII.

³²² P. Lèvy, *ibid.*, p. 2.

dell'albero che in seguito stenderà il proprio fogliame sopra di lui. A partire dai vincoli che gli sono propri, dovrà inventarlo, coprodurlo insieme alle circostanze in cui si imbatte³²³.

Pur tuttavia, per quanto il virtuale faccia riferimento a questo quadrivio ontologico composto dalle coppie virtuale-attuale, sul piano dell'evento, e possibile-reale, su quello della sostanza³²⁴, è evidente che, al di là della lettura del virtuale come potenza, una connessione con la realtà virtuale intesa anche come quel mondo simulato in cui ci si cala calcando guanti e casco ci dovrà pur essere.

Nel tentativo di comprendere l'essenza della realtà virtuale, Michael Heim cita il *Webster*: il virtuale vi viene definito come «ciò che è nell'essenza o nell'effetto pur se non formalmente individuato o riconosciuto»; la realtà, invece, è definita come «un evento, un'entità o una situazione reali». Heim, unendo le due definizioni, conclude che la realtà virtuale è definibile come «un evento o un'entità che sia reale negli effetti ma non di fatto»³²⁵, qualcosa che sembra in accordo con le analisi di Lévy.

Tuttavia, a questo livello del discorso, una simile definizione non sembra offrire una risposta soddisfacente – del resto, «non si può

³²³ *Ibid.*, p. 6.

³²⁴ *Ibid.*, pp. 127-137. Lévy si richiama all'analisi di Deleuze sulla differenza tra possibile e virtuale in G. Deleuze, *Differenza e ripetizione*, cit., pp. 169-176; nonché al sistema dei “quattro funtori ontologici” proposta in F. Guattari, *Chaosmose*, Galilée, Paris 1992, dove, cosa molto utile ai fini della presente analisi, all'incrocio tra reale e virtuale si ottiene la voce: «territori esistenziali, o incarnazioni caosmiche».

³²⁵ M. Heim, *The Essence of VR*, in id., *The Metaphysics of Virtual Reality*, cit., p. 109.

imparare la fisica nucleare dai dizionari»³²⁶. A ben guardare, il problema principale è che, mentre stiamo andando definendo ciò che è virtuale, resta sostanzialmente confusa l'idea che abbiamo della realtà virtuale: l'unico elemento che sembra emergere tanto dalle analisi di Lévy quanto da quelle di Heim è che sembra trattarsi di una realtà in potenza, il che comunque non pare offrire alcun contributo alla conoscenza di quel fenomeno attualissimo che è la realtà virtuale computerizzata e soprattutto del perché si ricorra al virtuale per nominare un simile fenomeno.

Occorre allora, in primo luogo, chiarire cosa sia la realtà virtuale, comunemente intesa. Chiunque saprebbe indicare qualcosa che sia definibile come realtà virtuale ma difficilmente si saprebbe definire cosa sia la realtà virtuale in generale: quella che sembra, nelle parole di Heim, «a simple enough question» si rivela in realtà ben più complessa. Si potrebbe rispondere: «ecco, prova questo gioco. [...] Questa è la realtà virtuale!»³²⁷, senza tuttavia dire niente di più su cosa sia la realtà virtuale in generale.

Cos'è che caratterizza la realtà virtuale? Per rispondere a questa domanda, Heim volge lo sguardo ai pionieri della realtà virtuale, laddove scorge, sin dall'inizio, almeno sette concezioni diverse di ciò

³²⁶ *Ibid.*

³²⁷ *Ibid.*

che essa dovrebbe essere e che spesso sono in contrasto tra loro³²⁸.

Riassumendo, si hanno le seguenti definizioni:

1. Realtà virtuale intesa come simulazione. Quest'idea si basa sull'eccezionale realismo delle immagini ottenute per mezzo della grafica computerizzata, sempre più in grado di rendersi indistinguibili dalle immagini reali – di simulare la realtà.

2. Realtà virtuale intesa come interazione. «Alcuni considerano realtà virtuale ogni rappresentazione elettronica con la quale possano interagire», si tratti di pulire il desktop del computer gettando i file in un cestino virtuale, o delle persone virtuali che si possono incontrare in rete. Qui non è tanto in questione la capacità di simulazione grafica – il cestino è pienamente reale nel contesto del lavoro al computer, per quanto non ci sia alcuna possibilità di “ingannare” l'occhio.

3. Realtà virtuale intesa come artificialità. Questa lettura è fondata sull'idea che l'intero spettro del reale sia sempre più influenzato dall'artificio umano, come una seconda natura che si sostituisca al mondo “reale”. L'ambiente nel quale viviamo è ampiamente «geared, paved, and wired – not quite solid and real». Tuttavia, precisa Heim, una simile estensione del significato di realtà virtuale è poco utile: «quando una parola vuol dire tutto, non significa nulla».

³²⁸ *Ibid.*, pp. 110.

4. Realtà virtuale intesa come immersione. È la definizione forse più specifica di realtà virtuale, facendo riferimento in maniera esplicita ad una particolare tecnologia sviluppata da Sutherland, Fisher, Furness, Brooks, prima dei quali non esisteva alcun termine come “realtà virtuale”, perché non esisteva alcun apparecchio o programma che lo richiedesse. Ciò che inizialmente ebbe il nome di realtà virtuale era costituito da un insieme di hardware composto da *eye-phones*, da uno strumento di puntamento per monitorare i movimenti della testa e da un *dataglove*, con l’eventuale aggiunta di audio tridimensionale (diffusosi poi con il dolby surround). Secondo questa concezione, quindi, la realtà virtuale indicherebbe l’immersione sensoriale in un ambiente virtuale, sviluppato inizialmente nelle simulazioni di volo per l’aeronautica militare statunitense (oggi ampiamente utilizzate nell’addestramento di piloti militari e civili anche in Italia).

5. Realtà virtuale intesa come telepresenza. Essere presente in un luogo pur rimanendo lontano da quel luogo, vuol dire essere presente virtualmente. Si tratta di portare l’azione umana in un luogo reale senza che vi sia alcun uomo in carne ed ossa. Alcuni esempi di telepresenza sono le esplorazioni dello spazio per mezzo di robot teleguidati, oppure la chirurgia in telepresenza.

6. Realtà virtuale intesa come *full-body immersion*. È la realtà virtuale sviluppata da Myron Krueger sul finire degli anni '60 e prevede la creazione di ambienti interattivi nei quali l'utente si immerge senza ricorrere ad alcun dispositivo di controllo. La chiave sta nell'interazione tra uomo e computer in un ambiente digitalizzato. I liberi movimenti del corpo sono letti dal computer ed inseriti nell'ambiente virtuale che genera quindi delle risposte conseguenti.

7. Realtà virtuale intesa come comunicazione in rete. Più che a internet questa definizione di realtà virtuale fa riferimento agli esperimenti di Jaron Lanier per mettere in connessione i mondi virtuali. Il mondo virtuale diviene un qualcosa di condiviso, nel quale si attua quella che Lanier definisce “comunicazione post-simbolica”, ovvero la condivisione di oggetti e attività formati di volta in volta dagli utenti, senza che ciò implichi alcun riferimento a parole o ad oggetti del mondo reale.

Questa digressione può aiutare a chiarificare cosa sia la realtà virtuale. Probabilmente tutte queste definizioni mostrano un aspetto parziale della questione e solo se tenute insieme formano un quadro globale piuttosto completo, ancorché frammentario. Tuttavia non sono ancora in grado di mostrare ciò che le accomuna – e quindi ciò che è l'essenza della realtà virtuale; né di indicare quale sia l'anello di congiunzione tra queste tecnologie e la tecnologia intesa come

processo di virtualizzazione, così come si era delineato nel corso dell'analisi, e della biotecnologia intesa come virtualizzazione del vivente.

Forse, un primo appiglio è offerto dall'idea espressa ancora da Lévy di una virtualizzazione intesa come esodo, ovvero come fuga dal “ci”: «il senso comune fa del virtuale, inafferrabile, il complementare del reale, tangibile. Questo approccio contiene un'indicazione non trascurabile: il virtuale, molto spesso, “non è nel *ci*”»³²⁹. In effetti, questa lettura potrebbe applicarsi bene come filo conduttore delle sette definizioni di realtà virtuale viste finora.

Ovviamente, qui Lévy fa esplicito riferimento al *ci* heideggeriano dell'Esser-ci, *Da-sein*. Il virtuale verrebbe ad iscriversi in questo contesto come uno star “fuori dal *ci*”³³⁰, una rottura di quello spazio dell'esistenza che contraddistingue il proprio dell'uomo nella riflessione heideggeriana: «essere svincolati da qualsiasi *ci*, occupare uno spazio inafferrabile [...], prodursi solo *tra* le cose situate chiaramente ossia non essere *soltanto* “nel *ci*” (come ogni essere pensante), tutto questo non impedisce di esistere. [...] la parola esistere proviene precisamente dal latino *sistere*, e dal suffisso *ex*, fuori da. Esistere è dunque un esser-*ci* o un uscire dal *ci*? *Dasein* o

³²⁹ P. Lévy, *op. cit.*, p. 9.

³³⁰ Lévy stesso cita, per questa interpretazione, M. Serres, *Atlas*, Julliard, Paris 1994.

esistenza? È come se il tedesco sottolineasse l'attualizzazione e il latino la virtualizzazione»³³¹.

In verità la questione non è così semplice poiché, come è noto, lo stesso Heidegger non disconosce l'etimologia latina, e anzi proprio da lì prende avvio la sua riflessione sull'esistenza. Il *Dasein* heideggeriano non potrebbe in verità essere ridotto ad un'attualizzazione nel senso di uno stare nel mondo materiale di cose concrete e ben tangibili. L'essere-nel-mondo peculiare dell'esser-ci presuppone proprio l'esistenza intesa come *ex-sistere*, un venir fuori che è l'origine della gettatezza e che rende possibile all'uomo l'avere un mondo, che in Heidegger non è mai riducibile ad un mondo di cose concrete³³².

Il virtuale è già implicitamente acquisito nella prospettiva heideggeriana sull'esistenza. Anzi, lo si è già visto, proprio l'analisi heideggeriana della tecnica sembra sostanziare l'idea espressa da Lévy di una tecnica intesa come processo di virtualizzazione, ovvero sia appunto un pro-vocare che metta sempre nuovamente in discussione la natura autoprodotta e quindi attualizzata in vista di una sua totale mobilitazione nella logica della produzione umana. Qualcosa cioè che

³³¹ P. Lévy, *op. cit.*, p. 10.

³³² Su queste riflessioni heideggeriane si rinvia a M. Heidegger, *Essere e tempo*, tr. it. P. Chiodi, Longanesi, Milano 1976 e id., *Concetti fondamentali della metafisica. Mondo – finitezza – solitudine*, tr. it. P. Coriando, Il Melangolo, Genova 1999, con particolare riferimento alla seconda parte, sulla questione "che cos'è mondo?". Cfr. anche E. Mazzarella, *Ermeneutica dell'effettività. Prospettive ontiche dell'ontologia heideggeriana*, Guida, Napoli 1993 e id. *Tecnica e metafisica. Saggio su Heidegger*, Guida, Napoli 1981, in particolare pp. 15-47.

fa di un dato attuale (l'albero) un prodotto virtuale (il tavolo, il bastone, la nave ecc.) o meglio ancora un fondo virtuale di materiale (il legno) per la produzione industriale.

Ed è proprio questo che viene toccato dalla riflessione di Serres, ripresa da Lévy, sul virtuale inteso come “fuori dal *ci*”: «L'immaginazione, la memoria, la conoscenza, la religione sono dei vettori di virtualizzazione che hanno fatto che noi abbandonassimo il “ci” molto prima di quanto non abbiano fatto la diffusione dell'informatizzazione e le reti a tecnologia digitale»³³³. La cultura stessa appare dunque vettore di virtualizzazione. Il virtuale si esprime bene nel trivio della scolastica: grammatica, dialettica, retorica; che portano ad una sempre maggiore virtualizzazione del mondo attuale in una continua riconfigurazione poietica del mondo che circonda l'uomo – e proprio su questo punto, in verità, pare che Lévy, inconsapevolmente, ripercorra proprio le analisi di Heidegger sulla tecnica, *sub specie virtualitatis*.

Anche Maldonado trova che il discorso sul virtuale non sia riducibile alla simulazione rappresentativa della realtà: «accanto agli sforzi per rendere sempre più vicine al vero le rappresentazioni della realtà (e quindi rendere più *reale* il *virtuale*), è in atto il tentativo opposto, quello cioè di rendere più *virtuale* il *reale*, mettendo in

³³³ P. Lévy, *op. cit.*, p. 10.

discussione la stessa materialità dei materiali di cui gli oggetti sono costituiti. In altre parole, una virtualizzazione che assume le forme di una dematerializzazione dei materiali»³³⁴.

In verità, lo stesso Maldonado ritiene sostanzialmente errata la dematerializzazione del reale, per il semplice fatto che materiali più leggeri non implicano l'assenza di materiali – più che «verso una produzione *a bassa intensità di materiali*», la tendenza attuale è «verso una produzione *ad alta intensità di materiali leggeri*»³³⁵.

La virtualizzazione del reale non è affatto riducibile ad una sua smaterializzazione, come ha acutamente sottolineato Maurizio Ferraris³³⁶: «Il momento in cui la carta scompare o si ritrae non equivale all'ingresso in un empireo immateriale. Un resto, un po' di materia, ci sarà sempre»³³⁷. Se non altro, anche il computer, anche internet, anche la simulazione della realtà virtuale, necessita sempre di un supporto materiale – al limite, qualche grammo di silicio.

Il vero processo di virtualizzazione, la fuga dal “ci”, accade dunque su un piano diverso da quello della smaterializzazione. La differenza tra un testo “scritto” – un testo stampato – ed un ipertesto, ad esempio, non può essere cercato nel supporto fisico che lo veicola: il testo rimane identico, che lo si legga su un foglio scritto a penna, su

³³⁴ T. Maldonado, *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano 2007, p. 79.

³³⁵ *Ibid.*, p. 81.

³³⁶ M. Ferraris, *Sans papier. Ontologia dell'attualità*, Castelvechi, Roma 2007.

³³⁷ *Ibid.*, p. 117.

un foglio stampato o sullo schermo di un computer. Cos'è che fa dell'ipertesto un testo virtuale, allora?

Heim riconduce l'ipertesto alla filosofia leibniziana della *characteristica universalis*: è lì che è individuabile il segno specifico dell'ipertesto, più che nel suo supporto fisico. È nella logica leibniziana che è individuabile quell'«accesso divino alle cose», che l'ipertesto simula in un tentativo di rendere l'intera conoscenza disponibile all'afferramento umano: «the hypertext user leaps through the network of knowledge in something like an eternal present». Ancora una volta, ritroviamo il virtuale là dove compare la *mathesis universalis* della tecnologia, della ragione tecno-scientifica che cerca la chiave di comprensione del reale e di intervento su di esso³³⁸. La chiave sta nel calcolo:

[...] non ci sarà maggior bisogno di discussione tra due filosofi di quanto ce ne sia tra due calcolatori. Sarà sufficiente, infatti, che essi prendano la penna in mano, si siedano a tavolino, e si dicano reciprocamente (chiamato, se loro piace, un amico): calcoliamo.³³⁹

³³⁸ M. Heim, *Hypertext Heaven*, in id., *op. cit.*, pp. 28-40. Oltre a Leibniz, Heim fa riferimento anche alla logica combinatoria di Pietro Ramo, come precursore degli *outliner* ipertestuali: cfr. *Thought Processing*, in *ibid*, pp. 41-54. Sull'ipertesto cfr. id., *Electric Language. A Philosophical Study of Word Processing*, Yale University Press, New Haven, CT., 1989; A. Pandolfi, W. Vanini, *Che cos'è un ipertesto. Guida all'uso di (e alla sopravvivenza a) una tecnologia che cambierà la nostra vita*, Castelvechi, Roma 1994; P. D'Alessandro, I. Domanin, *Filosofia dell'ipertesto. Esperienza di pensiero, scrittura elettronica, sperimentazione didattica*, Apogeo, Milano 2005. Più in generale, sul rapporto tra scrittura e supporto materiale v. E. L. Eisenstein, *Le rivoluzioni del libro. L'invenzione della stampa e la nascita moderna*, ed. it. a cura di G. Arganese, Il Mulino, Bologna 1995 e T. Fiorino, *Il testo tra autore e lettore*, Liguori, Napoli 2003. Cfr. inoltre P. Rossi, *Clavis universalis. Arti della memoria e logica combinatoria da Lullo a Leibniz*, Il Mulino, Bologna 1960; A. Trione, *Ars combinatoria*, Spirali, Milano 1999.

³³⁹ G. G. Leibniz, *Scritti di logica*, a cura di F. Barone, Zanichelli, Bologna 1968, p. 237.

È interessante notare come, per quanto nel passo citato i «calcolatori» siano ancora umani che calcolano, essi prefigurano in qualche modo il dialogo che instaurano due computer in rete – che non hanno alcun «bisogno di discussione». Tanto più che lo stesso Leibniz è padre dei computer, sia per il fatto di essere stato il primo a fabbricare calcolatori meccanici sia, e soprattutto, in quanto ideatore del codice binario. Ideatore, in pratica, di quella logica che abbiamo ritrovato nel cuore stesso della biocibernetica e comunque in generale della matrice universale della teoria dell'informazione che è appunto il codice binario.

Questa logica trova il suo coronamento in quella virtualizzazione del reale che è la tecnologia e che agisce al cuore stesso della biotecnologia. La chiave per comprendere questo processo è rintracciabile nel concetto di totipotenza delle cellule: con la clonazione³⁴⁰, infatti, più che una copia di un certo individuo si è ottenuto un risultato ben maggiore.

Sono abbastanza note le polemiche sulla clonazione e soprattutto sugli esperimenti effettuati sugli embrioni. Le si può riassumere con le parole di Pessina, in un unico fondamentale interrogativo: «quale fondamento ha il preteso diritto di alcuni (formulato in nome di tutti e

³⁴⁰ La clonazione, come è noto, è stata ottenuta per la prima volta dal team di Ian Wilmut, nel celebre esperimento che diede vita a Dolly, e i cui risultati furono resi pubblici il 27 febbraio 1997 in I. Wilmut, A. E. Schnieke, J. McWhir et al., *Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells*, in "Nature", 1997, 385, pp. 810-813.

per il *bene* di tutti) di disporre dell'esistenza di alcuni (che, a quanto pare, non faranno parte di quei "tutti")? L'unico fondamento di questo diritto alla manipolazione sembra essere il potere (tecnologico, conoscitivo, economico, sociale). Le motivazioni addotte, il progresso della scienza, la libertà della ricerca, il benessere e la salute future, non bastano per legittimare la violazione del principio dell'uguaglianza che vieta a qualcuno di disporre integralmente dell'esistenza di qualcun altro»³⁴¹.

Questo interrogativo ha innescato un dibattito che si è fatto sempre più violento nel corso degli anni, fino ad assumere aspetti talvolta grotteschi, su dispute a forte carattere scolastico che ricordano il sesso degli angeli, quali la definizione di persona estendibile o meno all'embrione, oppure il tempo necessario affinché si possa parlare di embrione e di vita³⁴².

Dal punto di vista della presente analisi, quel che interessa di più è comprendere cosa sia in gioco con la ricerca embrionale, di che natura sia, cioè, il potere tecnologico, conoscitivo, economico e sociale qui in questione.

³⁴¹ A. Pessina, *op. cit.*

³⁴² Cfr. Ch. Geyer (Hg.), *Biopolitik. Die Positionen*, Suhrkamp, Frankfurt am Main 2001, che offre un'ampia panoramica delle posizioni contrastanti sulla ricerca effettuata sugli embrioni, anche se riferita soprattutto all'area germanica. Per il dibattito in Italia cfr., oltre a A. Pessina, *op. cit.*, pp. 131-143, che fornisce anche preziose indicazioni bibliografiche, AA. VV., *Clonazione. Problemi etici e prospettive scientifiche*, supplemento a "Le Scienze", Milano 1997; AA. VV., *Identità e statuto dell'embrione umano*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 1998; G. Bozzato, *Quando inizia ad esistere l'individuo umano?*, in "Medicina e Morale", 1999, 1, pp. 77-93; E. Mancini, A. Morelli, *Le frontiere della bioetica*, Giunti, Milano 2004, pp. 271-303.

La chiave per comprendere questo punto sta nel concetto di totipotenza: il fatto è che «all’inizio del suo cammino esistenziale, l’organismo di ognuno di noi (zigote, embrione o monocellulare) ha in sé la possibilità di costruire anche altri organismi, poiché le sue cellule sono, per un certo lasso di tempo, *totipotent*»³⁴³. La ricerca sulle cellule embrionali risulta tanto importante per le biotecnologie proprio per questa capacità mostrata dalle cellule staminali di specializzarsi (“attualizzarsi”) in qualunque cellula. Si tratta insomma di un fondo virtuale inesauribile – se si trovasse il modo di “liberarlo”, ovvero di sfruttarlo a scopi umani, ovvero ancora in una logica produttiva.

L’esperimento di Wilmut non andava tanto in questa direzione: esso esplorava piuttosto la possibilità di far tornare una cellula adulta (già specializzata) allo stato di non specializzazione tipico delle cellule embrionali – virtualizzare una cellula attualizzata³⁴⁴. Il problema affrontato da Wilmut era stato espresso già da Testart: «Questa difficoltà si potrebbe superare se si sapessero riprogrammare alcuni nuclei cui insegnare nuovamente a usare il complesso di informazioni che contengono»³⁴⁵.

Non è ancora pacifico se la clonazione di Dolly abbia offerto una soluzione esaustiva al problema: lo stesso Wilmut ammette l’ipotesi

³⁴³ A. Pessina, *op. cit.*, pp. 133 sg.

³⁴⁴ Cfr. M. Aramini, *La procreazione assistita*, Edizioni Paoline, Milano 1999, pp. 72 sg.

³⁴⁵ J. Testart, *L’uovo trasparente*, Bompiani, Milano 1988, p. 106.

che l'esperimento sia potuto riuscire per il concorso di fattori esterni e per l'«inquinamento» delle cellule usate per donare il nucleo (tratte dalla ghiandola mammaria) con alcune cellule staminali – il che implicherebbe che non vi sia stata alcuna riconduzione a totipotenza di cellule adulte, bensì che la clonazione sia stata falsata dal ricorso a cellule staminali. Ad ogni buon conto l'esperimento di Wilmut ha aperto una strada verso la possibile soluzione del problema e verso l'acquisizione di un potere ancora maggiore di quello implicato negli esperimenti sulle cellule staminali.

È evidente cosa sia in gioco qui: la virtualizzazione definitiva di tutto il vivente (attuale) – la possibilità di una trasmutazione di qualunque cellula. Nelle parole di Testart citate si legge tutto il paradigma biocibernetico che le sorregge: si tratta di riprogrammare il vivente per sfruttarne al massimo il potenziale di informazione ivi contenuto. Il potere che per questa via si intende acquisire, sul quale si era interrogato Pessina, appare ora evidente: si tratta del dominio assoluto dell'informazione intrinseca al vivente – una combinatoria universale che ha la propria chiave nel codice sorgente della vita, *caratteristica universalis* del biologico.

È questa, in buona sostanza, la chiave per interpretare la metafisica della realtà virtuale. Il processo di virtualizzazione appare, a ben guardare, il vero motore della ricerca affannosa dell'*homo*

sapiens sapiens, ovvero meglio dell'*homo europeus* – poiché non si può cogliere il senso di questo processo al di fuori dell'ambito metafisico occidentale, il che è a sua volta definizione perifrastica della tecnica.

Michael Heim riconduce direttamente il senso della realtà virtuale all'orizzonte di pensiero aperto da Platone. La genealogia stessa della realtà virtuale coincide con la genealogia della metafisica occidentale. «What is the essence of VR, its inner spirit, the cultural motor that propels the technology?», si domanda Heim. E continua: «When the first conferences met on cyberspace and on virtual reality in 1989 and 1990, respectively, two threads of shared vision ran through the diverse groups of participants. One was the cyberpunk writings of William Gibson, known to both technical and literary types as the coiner of the term *cyberspace*. The other was the Holodeck from “Star Trek: The Next Generation”»³⁴⁶.

Si dovrà ora cercare l'essenza della realtà virtuale nella fiction? David Zeltzer³⁴⁷, tra i nomi più prestigiosi nel campo delle tecnologie della realtà virtuale, in una conferenza tenuta a Washington nel 1992, si esprimeva così: «True virtual reality may not be attainable with any technology we create. The Holodeck may forever remain fiction.

³⁴⁶ M. Heim, *The Essence of VR*, cit., p. 122.

³⁴⁷ Cfr. il profilo alla pagina web http://www.interaction-design.org/references/authors/david_zeltzer.html.

Nonetheless, virtual reality serves as the Holy Grail of the research»³⁴⁸.

Il Santo Graal sembra ripresentarsi di continuo nel corso di questa trattazione e compare sorprendentemente spesso sulla bocca di scienziati che per lo più mantengono un contegno quanto meno razionalista. Qual è il senso di questo continuo ricorso al Santo Graal all'interno della più avanzata ricerca scientifica in campi che tra l'altro sembrano del tutto scollegati?

Heim ricorre, per spiegare il riferimento al Santo Graal, al *Parsifal* di Wagner³⁴⁹: questa *Totalkunstwerk* che rappresentava lo Holodeck dell'epoca – un ambiente virtuale totale, in cui lo spettatore era immerso con tutti i sensi in un'esperienza che andava ben oltre la rappresentazione teatrale.

Proprio il *Parsifal*, come è noto, costò a Wagner la cruenta inimicizia di Nietzsche, accompagnata dai suoi strali più velenosi³⁵⁰.

³⁴⁸ Cfr. M. Heim, *ibid.*, p. 123.

³⁴⁹ *Ibid.*, pp. 124 sgg.

³⁵⁰ La polemica scoppiata tra Nietzsche e Wagner e, per la verità, quasi unidirezionale, è cosa ben nota e documentata. Cfr. F. Nietzsche, *Scritti su Wagner. Richard Wagner a Bayreuth, Il caso Wagner, Nietzsche contra Wagner*, tr. it. S. Giametta, F. Masini, Adelphi, Milano 2007. Del resto tutta l'opera di Nietzsche, da *Umano, troppo umano* in poi, è costellata da continui riferimenti polemici a Wagner. Sulla ricostruzione del rapporto tra Nietzsche e Wagner e sulle possibili ragioni del distacco cfr. M. Montinari, *Nietzsche*, Editori Riuniti, Roma 1996, pp. 14-29, in cui l'autore avanza, al di là delle polemiche, un'ipotesi legata a ragioni strutturali al pensiero nietzscheano: Nietzsche dovette ad un certo punto fare una scelta tra misticismo e ragione, e optò per la seconda - «l'elemento che Cosima aveva chiamato solare doveva, d'ora in poi, dominare su quello tellurico» (p. 23). Per un'interpretazione del distacco di Nietzsche da Wagner nel quadro più generale di una critica della cultura cfr. M. Ferraris, *Nietzsche e la filosofia del Novecento*, Bompiani, Milano 1999, pp. 26-34. Cfr. G. Vattimo, *Introduzione a Nietzsche*, Laterza, Roma-Bari 1999, in particolare pp. 35-46; M. Bortolotto, *L'altra aurora*, in F. Nietzsche, *Scritti su Wagner*, cit.

In buona sostanza, Nietzsche vide in quell'opera una deriva cristiana di Wagner, oltre che una «smania per riconoscimenti e onori», un compromesso con il filisteismo³⁵¹. Deriva cristiana che il filosofo lesse come un vero e proprio “attentato” all'etica:

Che cosa propriamente poteva importargli di quella virile (ah, così poco virile) «semplicità campagnola», di quel povero diavolo, di quell'anima naturalmente ingenua di Parsifal, che da lui finisce per esser fatto cattolico con mezzi tanto capziosi[?] Cosa sarebbe mai un *Parsifal inteso seriamente*? Non saremmo costretti a vedere in esso (secondo un'espressione usata contro di me) «il mostruoso prodotto di un odio della conoscenza, dello spirito e della sensualità divenuto folle»? una bestemmia contro i sensi e contro lo spirito proferita in *un solo respiro d'odio?* un'apostasia e un ritorno agli ideali oscurantisti di un cristianesimo morboso? E da ultimo addirittura una negazione di sé, una liquidazione di sé compiuta da un artista che fino a quel punto era rivolto, con tutta la potenza della sua volontà, all'opposto, alla suprema realizzazione spirituale e sensibile della sua arte? E non soltanto della sua arte, ma anche della sua vita? [...] Si è impadronito di lui, come di Flaubert, l'*odio contro la vita*?... Il *Parsifal* è infatti un'opera di perfidia, di bramosia vendicativa, di segreto avvelenamento dei presupposti della vita, un'opera *scellerata*³⁵².

Nella *Gaia scienza*, Nietzsche muove a Wagner una delle critiche più lucide e sobrie, nella complessiva serenità che caratterizza l'intera opera. Qui, viene sottolineato quanto Wagner sia schopenhaueriano. In particolare, afferma Nietzsche,

³⁵¹ M. Ferraris, *Nietzsche*, cit., p. 34.

³⁵² F. Nietzsche, *Nietzsche contra Wagner*, in id., *Scritti su Wagner*, cit., pp. 227 sg.

Schopenhaueriano è il tentativo di Wagner di concepire il cristianesimo come un granello disperso del buddhismo e di preparare per l'Europa, con temporaneo avvicinamento a formule e sentimenti cattolico-cristiani, un'età buddhista³⁵³.

Si potrebbe insomma dire che Nietzsche lesse nel *Parsifal* e nella deriva cristiana di Wagner un trionfo degli ideali ascetici³⁵⁴. Questa lettura nietzscheana dell'opera wagneriana, nell'ambito di quella *Totalkunstwerk* che preparerebbe il terreno in Europa all'avvento di un'«età buddista» merita quanto meno un momento ulteriore di riflessione, soprattutto in riferimento agli elementi dell'opera wagneriana che potrebbero far pensare ad un'opera virtuale, o quanto meno “multimediale”. Che Nietzsche scorgesse nel *Parsifal* il preludio di un'accelerazione di quella fuga dal mondo sensibile verso un «mondo dietro il mondo» che caratterizza il nichilismo europeo e che troverebbe il suo coronamento in quella “fuga dal *ci*” che costituisce la chiave di volta della virtualizzazione? Che la realtà virtuale non sia in definitiva che il tentativo di compiere il sogno

³⁵³ F. Nietzsche, *La gaia scienza e idilli di Messina*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 1977, II, 99, p. 137.

³⁵⁴ Il buddismo è interpretato in maniera fortemente ambigua da Nietzsche. Indubbiamente, sembra essere connotato da un giudizio globalmente positivo, soprattutto in contrasto con il cristianesimo (v. af. 154 della *Volontà di potenza*: “Budda contro il ‘Crocifisso’”), ma contemporaneamente ne viene sottolineato il carattere nichilistico: «I buddisti [...] cercano una via che conduca al non-essere, e perciò hanno in orrore tutti gli impulsi che vengono dagli affetti» (F. Nietzsche, *La volontà di potenza. Frammenti postumi ordinati da Peter Gast e Elisabeth Förster-Nietzsche*, ed. it. a cura di M. Ferraris e P. Kobau, Bompiani, Milano 1994-1995, II, 1, 155, pp. 94 sg.). Gli aforismi 154 e 155 sono assai emblematici. Si potrebbe tentare di riassumere l'interpretazione nietzscheana del buddismo dicendo che egli vi scorgeva una risposta nobile allo stesso problema del cristianesimo – il nichilismo. Tuttavia non è il caso di addentrarsi oltre su questo terreno. Nel contesto del *Parsifal* che qui interessa, basterà sottolineare come Nietzsche leggesse l'opera wagneriana nel senso di una pietà cristiana (ovvero buddista), spia di un ascetismo di matrice schopenhaueriana che mira a negare il mondo.

platonico di fuga dalla caverna per guadagnare l'ideale, sottile, mondo dell'iperuranio?

Ci muoviamo qui ancora sul terreno instabile delle pure suggestioni, qualcosa che richiede il rigore dell'analisi a puntellare l'attrattiva che pure ispira un simile ragionamento.

Pure, sono note le tesi di Nietzsche sugli ideali ascetici e sull'aspirazione scientifica ad una ricostruzione ideale del mondo. L'analisi genealogica può offrire, in questo contesto, quei puntelli filosofici che sono necessari a dare rigore logico a quelle che fino ad ora sono apparse come semplici congetture.

Al martello della genealogia, nemmeno la scienza appare tanto granitica da rimanere in piedi, o quanto meno da non rivelare la vuota cavità sulla quale si fonda. In una delle analisi più acute sulla scienza – sullo spirito scientifico – Nietzsche spiega “in che senso anche noi siamo ancora devoti”:

La disciplina dello spirito scientifico non comincerebbe forse qui, nel non concedersi più convinzione alcuna?... Probabilmente è così: resta soltanto da domandare se, *affinché questa disciplina possa avere inizio*, non debba esistere già una convinzione, e invero così imperiosa e incondizionata da sacrificare a se stessa tutte le altre. Si vede che anche la scienza riposa su una fede, che non esiste affatto una scienza «scevra di presupposti». La domanda se sia necessaria la *verità*, non soltanto deve avere avuto già in precedenza risposta affermativa, ma deve averla avuta in grado tale da mettere quivi in evidenza il principio, la fede, la convinzione che «*niente è più*

necessario della verità, e che in rapporto a essa tutto il resto ha soltanto un valore di secondo piano». [...] la fede nella scienza che ormai incontestabilmente esiste, non può aver avuto la sua origine da un tale calcolo utilitario, ma è sorta piuttosto, *nonostante il fatto* che continuamente si siano dimostrati a essa lo svantaggio e la pericolosità della «volontà di verità», della «verità a tutti i costi». «A tutti i costi»: oh, dobbiamo comprendere ciò abbastanza bene, se su questo altare abbiamo prima sacrificato e scannato una fede dopo l'altra! – Di conseguenza «volontà di verità» *non* significa «io non voglio farmi ingannare» ma – non resta altra scelta – «io non voglio ingannare, neppure me stesso»: e *con ciò siamo sul terreno della morale*. [...] Potrebbe forse essere, una siffatta intenzione, se interpretata benevolmente, un donchisciottismo, una piccola stravagante bizzarria; ma potrebbe essere anche qualcosa di peggio, vale a dire un principio distruttivo, ostile alla vita... «Volontà di verità» – potrebbe essere un'occulta volontà di morte. [...] Non c'è dubbio, l'uomo verace, in quel temerario e ultimo significato che la fede nella scienza presuppone, *afferma con ciò un mondo diverso* da quello della vita, della natura e della storia; e in quanto afferma questo «altro mondo», come? non deve per ciò stesso negare il suo opposto, questo mondo, il *nostro* mondo?... Ma si sarà compreso dove voglio arrivare, vale a dire che è pur sempre una *fede metafisica* quella su cui riposa la nostra fede nella scienza – che anche noi, uomini della conoscenza di oggi, noi atei e antimetafisici, continuiamo a prendere anche il *nostro* fuoco dall'incendio che una fede millenaria ha acceso, quella fede che era anche la fede di Platone, per cui Dio è verità e la verità è divina...³⁵⁵

Questa lunga citazione costituisce un primo appiglio per orientarsi in vista del raggiungimento dell'essenza della realtà

³⁵⁵ F. Nietzsche, *La gaia scienza*, cit., V, 344, pp. 253 sgg.

virtuale, ed in vista di una decostruzione genealogica della metafisica ivi sottesa.

Anche Husserl trova alla base della scienza moderna un fondamento che rimane sostanzialmente infondato. Se nel passo testé citato Nietzsche sottolinea come infondata la fede nella verità, Husserl individua il presupposto infondato della scienza moderna nella fede cartesiana in quell'ideale scientifico che è la geometria:

Lo stesso Cartesio si era premunito di un ideale scientifico, quello della geometria, o meglio della scienza matematica della natura. Questo è stato un pregiudizio fatale per secoli di filosofia e ha determinato, non essendo stato sottoposto a critica, le meditazioni stesse³⁵⁶.

Altrove, Husserl specificherà questa critica facendo ricorso all'impostazione galileiana della ricerca scientifica:

Cartesio non è qui forse dominato preliminarmente dalla certezza galileiana di un mondo universale e assoluto di corpi e dalla distinzione di ciò che rientra nella sfera dell'esperienza meramente sensibile e di ciò che, in quanto matematico, è oggetto del pensiero puro? Secondo Cartesio non è per caso ovvio che la sensibilità rimanda a un essente in-sé ma può ingannare, e che quindi deve esistere una via razionale per giudicarla e per conoscere razionalmente e matematicamente l'essente in-sé?³⁵⁷

Si vede bene che, al fondo, la critica husserliana coincide con l'osservazione nietzscheana che l'uomo di scienza non darebbe credito

³⁵⁶ E. Husserl, *Meditazioni cartesiane*, tr. it. F. Costa, Bompiani, Milano 1994, p. 43.

³⁵⁷ E. Husserl, *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale*, tr. it. E. Filippini, Il Saggiatore, Milano 2000, p. 107.

al «*nostro* mondo», ovverosia al mondo sensibile, al mondo fenomenico, in contrasto col mondo noumenico, intelligibile per via razionale – matematica. Osservazioni che si accordano, del resto, con quanto si era andato chiarendo a proposito di quella scissione che, sulla scorta dell'analisi heideggeriana, si era individuata in seno alla Grecia delle *technai*: la scissione tra essere e apparenza sulla quale soltanto si può fondare l'agire tecnico.

Ora, se con la critica all'essere parmenideo, la tecnica apre quello spiraglio che consente l'intervento provocante dell'uomo, o meglio quel processo di virtualizzazione che può fungere da chiave interpretativa della razionalità tecnica (tecnologia), è, com'è noto, con Galileo che questo spiraglio trova il suo sbocco in una prassi tecnoscientifica, laddove si potrebbe dire che, prima della metodologia galileiana, scienza e tecnica rimanevano su piani separati (i piani della razionalità astratta, ideale, della scienza di stampo platonico e della prassi del sapere tecnico, empirico). Si dovrà tuttavia notare che, se in Galileo possono confluire la prassi tecnica, la sperimentazione empirica, da un lato, e la razionalità scientifica fondata sulla logica matematica dall'altro, ciò è possibile solo in virtù di un approfondimento di quello spiraglio aperto nel momento in cui l'Occidente si è allontanato da Parmenide (e dalla saggezza di stampo orientale, si direbbe, che in lui si sposava con il *logos* occidentale).

Uno spiraglio che ora assume le dimensioni di una vera e propria frattura, una spaccatura, anzi, che allarga il divario tra fenomeno e noumeno:

Galileo, considerando il mondo in base alla geometria, in base a ciò che appare sensibilmente e che è matematizzabile, *astrae* dai soggetti in quanto persone, in quanto vita personale, da tutto ciò che in un senso qualsiasi è spirituale, da tutte quelle qualità culturali che le cose hanno assunto nella prassi umana. Da questa astrazione risultano le pure cose corporee, le quali però vengono tematizzate in quanto mondo. Si può ben dire che soltanto con Galileo si delinea l'idea di una natura concepita come un *mondo di corpi realmente circoscritto in sé*. [...] Evidentemente ciò prepara anche quel *dualismo* che si presenterà ben presto con Cartesio. [...] Il mondo si spacca così in due mondi: natura e mondo psichico.³⁵⁸

La scienza moderna spinge in questa direzione, proseguendo lo slancio platonizzante, più che platonico in senso stretto, in vista di quello che Husserl chiama «obiettivismo», ovvero in vista di ciò che in questa fase del progresso tecnoscientifico si connota come un'obiettivazione del reale. Una via che precorre il processo di virtualizzazione del reale che è implicato nella realtà virtuale. Ciò che Bachelard intende come «rendere geometrica la rappresentazione, vale a dire descrivere i fenomeni e ordinare in serie gli eventi decisivi di

³⁵⁸ *Ibid.*, pp. 88 sg.

un'esperienza: ecco il compito primario in cui si afferma lo spirito scientifico»³⁵⁹.

Ora, in merito proprio a questo ideale di obiettività di cui è intrisa la scienza moderna, Husserl avanza dei dubbi, ed in particolare sembra scardinare proprio ciò su cui l'intera costruzione tecnoscientifica sembra poggiarsi:

La nuova scienza naturale esatta è innanzitutto un'ingenuità. Perché come può l'azione psichica, che resta inindagata, della facoltà più propria dell'uomo, di quella facoltà che qui chiamiamo intelletto, come può garantire un'obiettività extra-psichica? Perché il privilegio di questo elemento psichico rispetto a quello della sensibilità, a quello delle operazioni psichiche dell'immaginazione, che pure non meno di esso, sono proprie in generale dell'uomo?³⁶⁰

A ben guardare, è possibile trovare una risposta a tali interrogativi soltanto volgendo lo sguardo alla dottrina biblico-cristiana. L'ideale stesso di scientificità intesa come verità obiettiva affonda le sue radici in questo terreno, nel quale il ricorso a Dio funge da garanzia di veridicità delle conoscenze apodittiche e dello stesso *ego cogito* cartesiano³⁶¹. Anzi si può dire che il ricorso a Dio quale

³⁵⁹ G. Bachelard, *La formazione dello spirito scientifico. Contributo a una psicoanalisi della conoscenza oggettiva*, ed. it. a cura di E. Castelli Gattinara, Raffaello Cortina, Milano 1995, p. 1.

³⁶⁰ E. Husserl, *La crisi delle scienze europee*, cit., p. 432.

³⁶¹ Cfr. R. Descartes, *Meditazioni metafisiche*, tr. it. L. Urbani Ulivi, Bompiani, Milano 2001, in particolare la I meditazione, nella quale si scorge l'impossibilità di concepire un Dio che non sia garanzia di veridicità, in ragione della quale Descartes è costretto a ricorrere all'ipotesi di un genio maligno; e ancor più la III, nella quale, oltre al carattere circolare della dimostrazione di Dio, va sottolineata «la somma potenza di Dio» che è l'unica a poter mettere in discussione, nel ragionamento cartesiano, la apoditticità della *res cogitans* alla quale Descartes era precedentemente pervenuto – ciò che lo obbliga ad interrogarsi su Dio quale prova definitiva della *res cogitans* stessa. Si veda anche L. Urbani Ulivi, *Saggio introduttivo*, in *ibid.*, pp. 45-48, dove,

garante sia, più che un inciampo, a fondamento della stessa meditazione cartesiana, in quanto ciò che originariamente fonda quel dualismo che si è visto agire prima del dualismo cartesiano³⁶².

Del resto, ancora Husserl nota che

Con la progressiva e sempre più perfetta capacità di conoscere il tutto, l'uomo consegue anche un dominio sempre più perfetto sul suo mondo pratico circostante, un dominio che si amplifica attraverso un progresso infinito. Ciò implica anche il dominio su se stessi e sugli altri uomini, un dominio sempre maggiore sul proprio destino, e così una «felicità» sempre più perfetta, quella felicità che gli uomini possono in generale concepire razionalmente. [...] Così l'uomo diventa veramente l'immagine di Dio.³⁶³

Anziché sottolineare la *hybris* che in questo passo sembra evocata in maniera piuttosto evidente (il pericolo semmai è da ricercarsi in quel dominio dell'uomo sull'uomo e sulla sua «felicità» cui per questa via si perverrebbe, come si vedrà più avanti), in questa sede è più proficuo notare l'afflato mistico che permea il progresso scientifico e che sembra essere a fondamento della metafisica della realtà virtuale, rappresentandone il «Santo Graal».

L'idea stessa di poter conoscere il mondo intero nella sua verità, l'idea di poter afferrare le leggi inscritte nel “grande libro della

tra l'altro si legge: «di fronte al Dio ingannatore la teoria della conoscenza di Cartesio deve rinunciare a valere contro ogni possibile ipotesi, perché un tale Dio rappresenta un'ipotesi di fronte a cui essa è perdente».

³⁶² Lo stesso Descartes, del resto, nell'epistola introduttiva, afferma di scrivere proprio per sostanziare, agli occhi dei miscredenti, «che Dio esiste e che l'anima umana è distinta dal corpo» (*ibid.*, p. 119). Che l'epistola abbia un tono di presentazione squisitamente formale non toglie che le *Meditazioni* si prestassero di fatto ad una simile lettura in chiave religiosa.

³⁶³ E. Husserl, *La crisi delle scienze europee*, cit., pp. 44 sg.

natura”, l’idea di poter in qualche modo ricostruire la lingua adamitica, l’idea, insomma, di poter comprendere e dominare il mondo giungendo a coglierne la matrice, sembra iscriversi nell’ordine di un atto di fede che solo in Dio trova il proprio garante.

E che del resto costituisce l’*incipit* di quel processo di virtualizzazione in atto nella realtà virtuale e nella biotecnologia. È infatti proprio con la scissione biblica tra corpo e anima che l’uomo si assicura quella trascendenza dal mondo e quel dominio su di esso con la quale si incrina il rapporto tra l’Essere (nel frattempo, con l’ebraismo, identificatosi con un Dio trascendente) ed il mondo transeunte dei fenomeni. Ciò che sembra, appunto, proprio il primo passo di quell’esodo dal “ci” che sembra caratterizzare il processo di virtualizzazione. E del resto proprio la religione si iscriveva tra quei vettori di virtualizzazione che si sono visti agire nelle parole di Serres, ben prima che il digitale introducesse l’idea di una realtà virtuale.

Non è tanto la similitudine tra scienza e religione che qui è in questione, quanto la loro comune scaturigine, in prospettiva genealogica, da quel terreno sul quale si dà l’originaria frattura tra mondo sensibile e mondo ideale – tra corpo e anima. In un aforisma della *Gaia scienza* sulla matematica Nietzsche scrive:

Vogliamo introdurre in tutte le scienze la sottigliezza e il rigore della matematica, almeno quel tanto che è possibile: non nella

convinzione che per questa strada si possa conoscere le cose, ma per *stabilire* con ciò la nostra relazione umana con le cose. La matematica è soltanto lo strumento dell'universale e ultima conoscenza degli uomini³⁶⁴.

Nietzsche trova assolutamente inconsistente il ricorso alla razionalità matematica in qualità di strumento conoscitivo. Piuttosto egli vi scorge un ordinamento del reale:

Come potremmo mai giungere a una spiegazione! Operiamo solo con cose che non esistono, con linee, superfici, corpi, atomi, tempi divisibili, spazi divisibili – come potrebbe anche soltanto essere possibile una spiegazione, se di tutto noi facciamo per prima cosa una *immagine*, la nostra immagine! È sufficiente considerare la scienza come la più fedele umanizzazione possibile delle cose [...]³⁶⁵

È difficile resistere alla tentazione di equiparare un passo simile alla filosofia eleatica, all'aspra critica, ad esempio, che Zenone muoveva alla *doxa* e alla credenza nella divisibilità infinita di spazio e tempo³⁶⁶.

Che abbia ragion d'essere una sola interpretazione del mondo, quella in cui *voi* vi sentite a posto, quella in cui si può investigare e continuare a lavorare scientificamente nel *vostro* senso (per voi, in

³⁶⁴ F. Nietzsche, *La gaia scienza*, cit., III, 243, p. 193.

³⁶⁵ *Ibid.*, III, 112, p. 154.

³⁶⁶ Nietzsche fu sempre profondamente contrario alla filosofia eleatica, sin dalla *Filosofia nell'epoca tragica dei Greci*, dove lo contrapponeva ad Eraclito, il filosofo del divenire, quello al quale Nietzsche si sentiva più vicino. Sembra dunque assolutamente illegittimo equiparare Parmenide a Nietzsche. E tuttavia ci pare possibile quanto meno mitigare tale contrapposizione proprio nella misura in cui si è visto che la distanza tra Parmenide ed Eraclito non fosse poi così incolmabile come molta storiografia ha inteso. Nietzsche stesso leggeva Parmenide alla luce di una interpretazione generale alquanto blanda e non ebbe modo di scorgere nel filosofo di Elea quella unità dell'Essere *nel* divenire che tende ad avvicinarlo molto al «filosofo oscuro» (o quanto meno dà pienezza ontologica al mondo fenomenico) e che qui, sulla scorta delle analisi di Reale e soprattutto di Ruggiu, abbiamo tentato di mettere in luce.

realtà, *meccanicistico?*), una siffatta interpretazione, che altro non ammette se non il contare, calcolare, pesare, vedere e toccare con mano, è una balordaggine e una ingenuità, posto che non sia una infermità dello spirito, un'idiozia. [...] Un'interpretazione «scientifica» del mondo, come l'intendete voi, potrebbe essere di conseguenza pur sempre una delle *più sciocche*, cioè, tra tutte le possibili interpretazioni del mondo, una delle più povere di senso. [...] un mondo essenzialmente meccanico sarebbe un mondo essenzialmente *privo di senso*! Ammesso che si potesse misurare il *valore* di una musica da quanto di essa può essere computato, calcolato, tradotto in formule – come sarebbe assurda una tale «scientifica» misurazione della musica! Che cosa di essa avremmo colto, compreso, conosciuto? Niente, proprio un bel niente di ciò che propriamente in essa è «musica»!...³⁶⁷

Nella prospettiva nietzscheana, posto che la scienza non abbia alcun reale valore conoscitivo, non resta che trovare il senso degli ideali scientifici di razionalità e computazionalità altrove, e precisamente, nel vocabolario nietzscheano, nella morale e in ciò che egli definisce ideali ascetici:

Queste due cose, scienza e ideale ascetico, riposano invero sullo stesso suolo [...]: vale a dire sull'identica sopravvalutazione della verità (più esattamente: sull'identica fede nella *insuscettibilità* di valutazione e di critica da parte della verità), e perciò appunto sono *necessariamente* alleate [...]. No! Questa «moderna scienza» – aprite un po' gli occhi voi! – è intanto la migliore alleata dell'ideale ascetico, per il fatto appunto che è la più inconsapevole, la più involontaria, la più segreta e sotterranea!³⁶⁸

³⁶⁷ *Ibid.*, V, 373, p. 309.

³⁶⁸ F. Nietzsche, *Genealogia della morale. Uno scritto polemico*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 1993, III, 25, pp. 148 sg.

Lo stesso Foucault, traendo proprio da Nietzsche la forza e la carica della prospettiva genealogica da cui avviare le sue argomentazioni biopolitiche, individuava nella pastorale, e dunque nell'orizzonte ascetico, quel primo, fondamentale, ordinamento del corpo e dell'uomo che è alla base delle moderne scienze umane:

La nascita delle scienze dell'uomo? Verosimilmente dobbiamo cercarla in quegli archivi, di scarsa gloria, in cui è stato elaborato il gioco moderno delle coercizioni sui corpi, i gesti, i comportamenti.³⁶⁹

Ovvero in quelle pratiche carcerarie di disciplinamento che hanno la loro origine nella cella monastica e nell'esercizio (*askesis*) di disciplinamento del corpo: «per secoli, gli ordini religiosi furono maestri di disciplina»³⁷⁰.

Siamo così giunti, forse, al cuore della questione: si ritrova nella scienza lo stesso afflato mistico che agisce nelle pratiche di disciplinamento della religione – un innalzarsi al di sopra del mondo fenomenico per giungere alla suzione di quel mondo intelligibile, ovvero ideale, dal quale soltanto è possibile dominare il corpo e il mondo dei corpi.

³⁶⁹ M. Foucault, *Sorvegliare e punire. Nascita della prigione*, tr. it. A. Tarchetti, Einaudi, Torino 1993, p. 209.

³⁷⁰ *Ibid.*, p. 163. Cfr. anche pp. 154 sgg.: «La disciplina talvolta esige la *clausura*. [...] La disciplina organizza uno spazio analitico. E qui ancora, incontriamo un vecchio procedimento architettonico e religioso: la cella dei conventi. Anche se le caselle che esso assegna divengono puramente ideali, lo spazio delle discipline è sempre, in fondo, cellulare. Solitudine necessaria del corpo e dell'anima, diceva un certo ascetismo: essi devono, a intervalli almeno, affrontare soli la tentazioni e Dio».

L'impossibilità della scienza di giungere alla definitiva comprensione del reale non intacca la fede nel progressivo avvicinamento a tale scopo – la fede nella verità, per dirla con Nietzsche.

Per comprendere, allora, veramente cosa sia in questione, si deve prendere in considerazione l'analisi vichiana sulla verità: Vico afferma, come cardine sul quale è imperniata tutta la sua *Scienza nuova*, la nota tesi del *verum ipsum factum est*. Come è noto, Vico sottolineò con decisione che solo nella mente di Dio, tale identità è definita in maniera assoluta, poiché, ovviamente, solo la mente di Dio produce istantaneamente la concretizzazione del suo pensiero (ovvero il mondo è il prodotto immediato della mente di Dio), e pertanto solo in Dio è riposta la verità assoluta. All'uomo non resta che scimmiettare la produzione divina nel tentativo di coglierne la verità per via mediata. E tuttavia, quella scientifica, rimane una tensione irrisolvibile, proprio perché l'uomo può solo al più ri-produrre l'opera divina, mai produrla originalmente – ciò che è arte, artificio, nell'uomo, in Dio è natura³⁷¹. Nella filosofia vichiana è dunque implicato lo scacco a cui inesorabilmente è destinata la ricerca

³⁷¹ Su questo punto cfr. G. B. Vico, *La scienza nuova*, e id., *De nostri temporis*, in id., *Opere*, a cura di A. Battistini, A. Mondadori, Milano 1990. Cfr. inoltre le critiche che Vico avanzava proprio al dualismo cartesiano sul quale si fondava la scienza moderna in id., *Le orazioni inaugurali. Il "De Italarum sapientia" e le polemiche*, a cura di G. Gentile e F. Nicolini, Laterza, Bari 1914.

scientifica per la stessa logica interna che la promuove. Al limite, quand'anche si riuscisse a colmare lo iato – incolmabile per definizione – tra *verum* e *factum*, non si otterrebbe infine null'altro che il reale stesso così come si dà nell'attuale – il creato.

Lo iato vichiano è, tuttavia, ancora una volta la scissione tra «mondo vero» e «mondo apparente», con la differenza che in Vico – e in netta contrapposizione con Descartes – il mondo vero coincide col mondo apparente (nella mente di Dio) e lo scarto nasce unicamente per l'incapacità umana di cogliere il nesso tra la creazione divina e la verità del suo pensiero.

Ancora Nietzsche condensa in quattro proposizioni l'intero percorso che ha aumentato sempre più lo scarto tra questi due “mondi”, e offre un ottimo strumento per riassumere quanto stiamo andando delineando in queste pagine:

Prima proposizione. Le ragioni per le quali «questo» mondo è stato definito apparente ne attestano piuttosto la realtà – una specie *diversa* di realtà è assolutamente indimostrabile.

Seconda proposizione. Le caratteristiche che si sono attribuite all'«essere vero» delle cose sono le caratteristiche del non-essere, del *nulla* – si è costruito il «mondo vero» sulla base della sua contraddizione col mondo reale: è infatti un mondo apparente, in quanto è mera illusione d'*ottica morale*.

Terza proposizione. Favoleggiare di un mondo «altro» da questo non ha il minimo senso, ammesso che non sia preponderante in noi l'istinto di denigrare, immeschinare, disprezzare la vita: in

quest'ultimo caso noi ci *vendichiamo* della vita con la fantasmagoria di un'«altra» e «migliore» vita.

Quarta proposizione. Separare il mondo in uno «vero» e in uno «apparente», sia alla maniera del cristianesimo, sia alla maniera di Kant (in ultima analisi, uno *scaltro* cristiano), è soltanto una suggestione della *décadence* – un sintomo di vita *declinante* ...³⁷²

Nell'ottica nietzscheana, dunque, tanto la religione (il cristianesimo) quanto la scienza (Kant) si iscrivono nel più generale percorso del nichilismo europeo, “ostile alla vita”, ostile cioè a “questo mondo”.

Erik Davies ha tracciato una mappa abbastanza completa delle spinte metafisiche che accompagnano nell'immaginario collettivo il progresso tecnoscientifico, un sotterraneo filone mistico che inaspettatamente ritorna proprio al cuore di una società che si voleva fondata sulla sola ragione: «I vecchi fantasmi e i desideri metafisici non sono scomparsi del tutto. In molti casi essi si sono camuffati ed hanno proceduto sottoterra scavandosi la loro strada, come lombrichi, nei movimenti culturali, psicologici e metodologici che stanno alla base del mondo moderno. [...] [Il mito della macchina] è stato preconizzato da tutti i miti della cristianità: la chiamata biblica, la conquista della natura, l'etica protestante del lavoro e, in particolare, la visione millenaristica di una nuova Gerusalemme. [...] Questo mito

³⁷² F. Nietzsche, *Crepuscolo degli idoli. Ovvero come si filosofa col martello*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 2002, p. 45.

di un'utopia progettata sospinge ancora l'ideologia del progresso tecnologico con le sue eterne promesse di libertà, prosperità e liberazione dalla malattia e dal bisogno»³⁷³.

Simili spinte metafisiche, che in principio non potevano che apparire mere suggestioni, si rivelano ora, oltre che dei potenti catalizzatori dell'immaginario collettivo postfordista, caratteristiche strutturali, ancorché invisibili (e forse proprio per questo maggiormente significative, come Nietzsche sottolineava), dell'intero sistema tecnoscientifico e del paradigma biocibernetico. Da un punto di vista metafisico si può dire che la realtà virtuale costituisce il Santo Graal della ricerca scientifica proprio in quanto sembra offrire la possibilità di ri-costruire integralmente il mondo dal lato dell'ideale, e dunque del vero – ovvero dal lato del virtuale. In questo modo, all'uomo si aprirebbe letteralmente la possibilità di farsi immagine di Dio, come osservava Husserl. *Hybris* e pietà qui si incontrano (e non era forse ciò che Nietzsche scorgeva nella pietà cristiana – la massima *hybris*?): assieme alla possibilità di leggere completamente la volontà divina, si accompagna un conseguente accesso alla potenza divina, all'onnipotenza di quella virtualizzazione totale del mondo che equivale, come sottolinea Lévy, ad una sua messa in potenza, cioè

³⁷³ E. Davies, *Techgnosis. Miti, magia e misticismo nell'era dell'informazione*, tr. it. M. Buonuono, Ipermedium libri, Napoli 2001, p. 23.

ancora ad una sua liberazione dall'attuale che lo renda potenzialmente – e totalmente – disponibile alla produttività (*fattualità*) umana. «Realtà virtuale» dice, in fondo, null'altro che questo: lungi dal costituire una smaterializzazione, essa è nondimeno un'ascensione della materia al regno dell'idea, una liberazione della materia nell'informazione, alchimia del segno che renderebbe possibile la realizzazione del platonismo «as a working product»³⁷⁴. La realtà diventa «pattern» di informazioni³⁷⁵.

Nella metafisica della realtà virtuale convivono dunque due spinte: una, squisitamente mistica, che consiste nel sogno di una vera e propria fuga dal corpo, nel disprezzo per la carne e per il mondo materiale, che Gibson ha brillantemente espresso con il senso di

³⁷⁴ Michael Heim individua l'origine metafisica della realtà virtuale nell'ontologia erotica di Platone e nella monadologia di Leibniz. Ovvero quindi avrebbe come orizzonte di riferimento filosofico il mondo delle idee disincarnate, perfette ed immutabili, teorizzato da Platone, ed il sogno d'accedervi realmente per via tecnologica (ciò che è, in ultima istanza, il *cyberspace*), mentre troverebbe in Leibniz il precursore della struttura della rete di computer, ovvero le monadi, che fungono da terminali, collegate alla monade divina che le tiene insieme e le mette in sincronia (il server). Cfr. M. Heim, *The Erotic Ontology of Cyberspace*, in id., *The Metaphysics of Virtual Reality*, cit., pp. 82-108. Tuttavia, per quanto le sue osservazioni rimangono preziose, e appaiono alla luce delle considerazioni svolte in queste pagine quanto mai significative, ai nomi di Platone e Leibniz andrebbero quanto meno aggiunti quelli di Pitagora e, soprattutto di Descartes. Il primo ha offerto un sistema digitale fondato sulla matematica e sulla corrispondenza tra numeri e punti sul quale si fonderebbe l'intero reale (ed è significativo che i numeri, prima ancora delle idee platoniche, siano considerati da Pitagora, la "vera" essenza delle cose, ciò che rende oggi possibile tradurre il reale nel linguaggio dell'informatica). Descartes, dal canto suo, ha offerto uno strumento indispensabile alla realizzazione del *cyberspace*, forse ancor più del sistema binario di Leibniz: la geometria analitica e gli assi cartesiani. Con la geometria analitica si rende possibile la "lettura" di qualunque oggetto, bi- e tri-dimensionale, in chiave numerica. Tutta la grafica informatica si basa sul sistema degli assi cartesiani. Lo spazio stesso del *cyberspace* è uno spazio sostanzialmente cartesiano. Anzi si potrebbe in definitiva leggere "*cyberspace*" come l'incontro tra lo spazio geometrico cartesiano con la cibernetica dei calcolatori.

³⁷⁵ Cfr. *ibid.*, p. 90: «Filtered through the computer matrix, all reality becomes patterns of information».

pesantezza soffocante che si prova nel disconnettersi dalla rete (dal *cyberspace*):

[Case] sognava ancora il cyberspazio [...] e ancora adesso vedeva la matrice durante il sonno, reticoli luminosi di logica dispiegata attraverso quel vuoto incolore [...] Per Case, che viveva per l'euforia incorporea del cyberspazio, era stata la cacciata dal paradiso. [...] Il corpo era carne. Case era precipitato nella prigione della propria carne.³⁷⁶

L'altra è costituita invece dal sogno di realizzare il platonismo, intendendo con ciò la possibilità di interagire col mondo in maniera assolutamente libera, ovvero tramite una corrispondenza perfetta tra il mondo reale (dei corpi) e il mondo virtuale (dei segni). Riscrivere il mondo nel linguaggio informatico ed ottenerne quindi il controllo totale.

È come se quello scarto tra mondo vero e mondo apparente, divenuto sempre più insanabile, fosse ora ridotto per mezzo della riconduzione generale del mondo apparente a quello vero, in un tentativo di “correggere” l'intero creato per renderlo effettivamente disponibile alla logica produttiva umana.

Da questo punto di vista, le biotecnologie rappresentano la chiave di accesso alla vita da parte di questa logica – tecnologica –

³⁷⁶ W. Gibson, *Neuromante*, tr. it. G. Cossato e S. Sandrelli, A. Mondadori, Milano 2003, pp. 6 sgg.

virtualizzante, nel tentativo di attuare quella seconda genesi del mondo che costituisce l'afflato mistico del paradigma tecnoscientifico.

Con le parole di Kroker e Weinstein, «la tecnologia come arte ricombinante nell'epoca della sua riproducibilità genetica segna un grande mutamento evolutivo nella storia umana. La storia genetica (biologica) e quella sociale (di simulazione) non risultano più separate e distinte, ma adesso la simulazione e la genetica sono fuse insieme sotto il segno del *gene virtuale*. È questa la realtà biotecnica, in cui la tecnologia, in quanto volontà di virtualità, prende vita e assume un'esistenza di specie tutta sua: la *specie virtuale*»³⁷⁷.

Ora, se biotecnologie e biocibernetica rappresentano i due corni del processo di virtualizzazione, tale processo da un lato appare ascrivibile al più generale processo di declino del nichilismo europeo, dall'altro chiama in causa processi di controllo biopolitico e di disciplinamento dei corpi: «Quella attuale è un'epoca di protratto, forse interminabile, declino. La previsione di Nietzsche che avremmo visto sacerdoti ascetici e assolute meraviglie alla fine (che potrebbe non finire mai) si è avverata, solo che le meraviglie, sotto pressione, hanno dimostrato di mutarsi in qualcosa di perverso e di diventare

³⁷⁷ A. Kroker, M. A. Weinstein, *Data trash. La teoria della classe virtuale*, tr. it. G. e A. Cara, Apogeo, Milano 1996, p. 72.

fasciste. Gli ascetici sacerdoti, tuttavia, non cambiano mai, poiché sono necessari a tutti i regimi, quali che siano le loro ideologie»³⁷⁸.

³⁷⁸ *Ibid.*, p. 53.

4 Biotecnologie e biopolitica

4.1 – Discorso preliminare sulla biopolitica.

Michael Heim fa riferimento alle due “anime” dell’America per distinguere due principali approcci alla realtà virtuale: quello che egli definisce un «bicoastal attitude gap» tra la West Coast e la East Coast³⁷⁹. L’America è da sempre divisa tra l’atteggiamento razionale e conservatore della costa atlantica, dove è concentrato il potere politico ed economico, e la costa del Pacifico, simbolo di una continuamente rinnovata frontiera, centro nevralgico dell’avanguardia artistica e intellettuale americana, oltre che della ricerca. A Los Angeles si concentra l’industria cinematografica ed in generale l’industria culturale americana, in California sono nati quasi tutti i movimenti artistici e i gruppi musicali più famosi degli Stati Uniti, oltre che i movimenti di protesta, di hippy e quant’altro, in California sorge la Silicon Valley, dove si è preparata e attuata la rivoluzione informatica. D’altro canto, è sulla costa orientale che si concentrano tutti i «poteri forti» degli Stati Uniti, tra Washington, New York, Chicago, Boston: industrie, governo, multinazionali. E sin dall’inizio, il dibattito sulla realtà virtuale ha rispecchiato fedelmente questa doppia faccia dell’America: laddove la West Coast vedeva nella realtà virtuale una sorta di LSD informatico, la possibilità di aprire le «porte della

³⁷⁹ Cfr. M. Heim, *The Electronic Café Lecture*, in id. *Metaphysics of Virtual Reality*, cit., pp. 138-147 (il riferimento alle due anime dell’America è alle pp. 141 sg.)

percezione», di innescare una rivoluzione delle coscienze, la East Coast ha sin da subito intravisto le infinite possibilità di applicazione delle nuove tecnologie di simulazione in campo militare – e dopotutto, ricorda Heim, quasi tutti i primi esperimenti sulla realtà virtuale furono promossi dall'aviazione americana negli anni '60. Il fatto è che «ci sono due coste nella mente»³⁸⁰: ambedue le letture della realtà virtuale fanno capo a due aspirazioni che convivono simultaneamente nell'animo umano – la difesa del possesso acquisito e il desiderio di superare ciò che si ha. Così, accanto all'afflato mistico che domina, sia pur latentemente, le aspirazioni legate alla realtà virtuale, coesiste il desiderio di dotarsi di un «nuovo strumento per rafforzare i progetti in corso e risolvere i problemi dati»³⁸¹. Aspirazione mistica ed esigenza politica – sogni di liberazione e ragion di stato.

Dal momento che la biotecnologia sembra iscriversi nel contesto metafisico della realtà virtuale, è possibile estendere ad essa le stesse considerazioni? È possibile, cioè, che, unitamente alla mistica «algenica»³⁸² della seconda genesi, siano rinvenibili nell'uso delle biotecnologie aspirazioni d'ordine pratico che facciano direttamente capo ad esigenze politiche – biopolitiche? In altre parole, esistono

³⁸⁰ *Ibid.*, p. 142.

³⁸¹ *Ibid.*

³⁸² Di algenia parla Jeremy Rifkin riferendosi ad una sostanziale trasformazione del sogno alchemico in un sogno algenico, intendendo con ciò che la genetica ha sostituito la chimica dei metalli promettendo al novello alchimista la chiave di accesso alla trasmutazione degli elementi. Cfr. J. Rifkin, *op. cit.*, pp. 67-75 (“Dall'alchimia all'algenia”).

elementi insiti nelle biotecnologie, tali da rendere legittima l'iscrizione di queste ultime in una mappatura della biopolitica attuale?

Com'è noto, la biopolitica nasce, almeno nella sua categorizzazione attualmente in voga, con Foucault, il primo a trattarne in un contesto teorico sistematico. Il termine, in realtà, sembra avere una duplice valenza: esso si presta bene ad indicare tanto, in generale, la filosofia di stampo foucaultiano, quanto l'oggetto sul quale si applica la sua analisi. Nel senso di una *critica* della biopolitica, dunque, esso fa direttamente riferimento all'opera di Foucault; nel senso di un'azione biopolitica, esprime ciò su cui si applica la critica di Foucault.

A ben guardare, tuttavia, la biopolitica non nasce con Foucault – né come termine, né come trattazione sistematica³⁸³. Il primo a coniare il termine fu Rudolph Kjellen³⁸⁴, autore di *Staten som livsform*, del 1915³⁸⁵. Kjellen si inserisce in una più ampia temperie culturale d'area germanica che troverà nel nazionalsocialismo tedesco la sua più naturale conclusione. Sin dal titolo, il testo di Kjellen presenta lo

³⁸³ Per una panoramica della storia del concetto di biopolitica cfr. R. Esposito, *Bíos. Biopolitica e filosofia*, Einaudi, Torino 2004, pp. 3-39.

³⁸⁴ Su Kjellen e sul contesto culturale svedese dell'epoca cfr. L. Dotti, *L'utopia eugenetica del welfare state svedese (1934-1975). Il programma socialdemocratico di sterilizzazione, aborto e castrazione*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2004, in particolare pp. 13-34; L. Lewin, *Ideology and Strategy. A Century of Swedish Politics*, Cambridge University Press, Cambridge 1988; con particolare riferimento alla geopolitica, cfr. K. Dodds, *Geopolitics. A Very Short Introduction*, Oxford University Press, Oxford 2007, in particolare pp. 22-30.

³⁸⁵ R. Kjellen, *Staten som livsform. Politiska Handböcker*, H. Geber, Stockholm 1915.

«Stato come forma di vita», come un organismo, cioè, dotato peraltro di istinti, pulsioni ed esigenze fisiologiche, in netto contrasto con la teoria liberale che vedeva nello Stato il prodotto di una libera scelta contrattuale. «Già in questa trasformazione dell'idea di Stato – scrive Roberto Esposito – secondo cui esso [è] un insieme integrato di uomini che si comportano come un unico individuo allo stesso tempo spirituale e corporeo, è rinvenibile il nucleo originario della semantica biopolitica»³⁸⁶. Quest'impostazione porterà Kjellen, nel 1920, a scrivere:

Questa tensione caratteristica della vita stessa [...] mi ha spinto a denominare tale disciplina, in analogia con la scienza della vita, la biologia, *biopolitica*; ciò si comprende tanto più, considerando che la parola greca “bios” designa non solo la vita naturale, fisica, ma forse e in misura altrettanto significativa proprio la vita culturale. Questa denominazione mira anche ad esprimere quella dipendenza dalle leggi della vita che la società qui manifesta, e che promuove lo Stato stesso, più di qualsiasi altra cosa, al ruolo di arbitro o almeno di mediatore.³⁸⁷

Assieme al termine “biopolitica”, Kjellen coniò anche quello di “geopolitica”, che in qualche modo preconizzava l'idea di un *Lebensraum*, lo spazio vitale di hitleriana memoria. Kjellen, in pratica, teorizzava la necessità vitale, per uno stato vigoroso che fosse dotato di scarsi territori, dell'espansione dei confini per mezzo

³⁸⁶ R. Esposito, *op. cit.*, p. 7.

³⁸⁷ R. Kjellen, *Grundriß zu einem System der Politik*, S. Hirzel, Leipzig 1920, pp. 93 sg., cit. in R. Esposito, *ibid.*

dell'annessione e della colonizzazione di altre terre³⁸⁸. «La teoria di Kjellen – scrive Neumann – non è semplicemente geopolitica, ma è il composto di più elementi. È altrettanto ovvio che egli ha anticipato la teoria nazionalsocialista dell'espansione europea. Il suo stato è un'economia autarchica entro la quale le masse sono incluse sotto lo slogan di una comunità di popolo. [...] La teoria organica si rivela così come puro nazionalismo»³⁸⁹.

La biopolitica si connota dunque originariamente per mezzo di questo ricorso alla metafora biologica in seno alla politica. Lo stato politico, anziché essere una negazione dello stato naturale, come teorizzato da Hobbes, «non ne è che la continuazione ad un altro livello, e perciò destinato ad incorporarne e riprodurne i caratteri originari»³⁹⁰.

Con Jacob von Uexküll³⁹¹ questo processo di naturalizzazione della politica riceve una significativa accelerazione. Rispetto al modello di Kjellen, Esposito rileva che, in *Staatsbiologie*³⁹², la

³⁸⁸ Cfr. R. Kjellen, *Stormakterna. Konturer kring samtidsens storpolitik*, H. Geber, Stockholm 1905, pp. 67 sg.

³⁸⁹ F. Neumann, *Behemoth. Struttura e pratica del nazionalsocialismo*, ed. it. a cura di M. Baccianini, B. Mondadori, Milano 2007, p. 160. Rispetto a questa lettura secca che ne dà Neumann, Esposito sottolinea piuttosto come la posizione di Kjellen rimanga sostanzialmente più defilata rispetto alle interpretazioni che della geopolitica vennero in seguito date in Germania, per quanto non esclude la sua «conclamata simpatia per la Germania guglielmina» (R. Esposito, *op. cit.*, p. 6).

³⁹⁰ R. Esposito, *op. cit.*, p. 7.

³⁹¹ Per un approfondimento su Uexküll cfr. A. Weber, *Natur als Bedeutung. Versuch einer semiotischen Theorie des lebendigen*, Königshausen & Neumann, Würzburg 2003, pp. 85-93.

³⁹² J. von Uexküll, *Staatsbiologie. Anatomie, Physiologie, Pathologie des Staates*, hrsg. R. Pechel, Deutsche Rundschau, Berlin 1920.

trattazione, nell'affrontare in particolar modo lo Stato tedesco, si concentra decisamente sugli aspetti patologici piuttosto che su quelli anatomici e fisiologici, che pure sono presi ad oggetto della trattazione, nel sottotitolo che accompagna il libro: «già qui si intravedono i prodromi di una filiera teorica – quella della sindrome degenerativa e del conseguente programma rigenerativo – destinata a conoscere i suoi macabri fasti nei decenni immediatamente successivi»³⁹³. Si tratta dunque di una vera e propria medicalizzazione della politica, nel senso che, se la biopolitica di Kjellen trovava nella biologia il suo modello di riferimento, attraverso questo stesso ricorso metaforico, Uexküll poteva introdurre il modello biomedico, in base al quale egli lamentava l'assenza di un'igiene dello Stato: «manca ancora un'accademia di larghe vedute non solo per la formazione di medici di Stato, ma anche per la istituzione di una medicina di Stato. Non possediamo nessun organo cui poter affidare l'igiene dello Stato»³⁹⁴.

Questa deriva immunologica della politica viene ancor più rafforzata da Morley Roberts, nel 1938: egli si richiama al paradigma biomedico sin dal titolo del suo *Biopolitics*³⁹⁵, dove paragona

³⁹³ R. Esposito, *op. cit.*, p. 8.

³⁹⁴ J. von Uexküll, *op. cit.*, p. 55, cit. in R. Esposito, *op. cit.*, p. 8.

³⁹⁵ M. Roberts, *Biopolitics. An Essay in the Physiology, Pathology and Politics of the Social and Somatic Organism*, Dent, London 1938. Su Roberts cfr. inoltre R. Hayward, *The Biopolitics of Arthur Keith and Morley Roberts*, in "Clio Medica", 60 (8/2000), pp. 251-274 (disponibile in rete su IngentaConnect all'indirizzo <http://www.ingentaconnect.com/content/rodopi/clio/2000/00000060/00000001/art00011>)

l'apparato difensivo dello Stato direttamente al sistema immunitario dell'organismo:

Il modo più semplice di considerare l'immunità è guardare al corpo umano come a un complesso organismo sociale e all'organismo nazionale come a un individuo funzionale più semplice, o come a una "persona", entrambi esposti a rischi di diversa specie nei confronti dei quali è necessario intervenire. Tale intervento è l'immunità in azione.³⁹⁶

Roberts sviluppò, sulla base dell'analogia tra organismo e Stato, un «modello monadologico» di sistema a caste che egli credeva si riflettesse «in tutti i livelli dell'organizzazione naturale, dal singolo protozoo passando per l'animale e l'uomo fino al moderno Stato-nazione»³⁹⁷.

Da questi presupposti discendevano le sue idee immunologiche, fortemente razziste, tanto da giungere a paragonare la xenofobia inglese nei confronti degli Ebrei ad una vera e propria crisi anafilattica del corpo politico³⁹⁸.

È questo dunque il quadro di riferimento culturale in seno al quale è sorto e si è sviluppato il concetto di biopolitica all'inizio del Novecento. Tale concetto è stato poi ridiscusso nell'ambito della riflessione francese degli anni '60, in un quadro decisamente mutato

³⁹⁶ M. Roberts, *Biopolitics*, cit., p. 153, cit. in R. Esposito, *op. cit.*, p. 9.

³⁹⁷ R. Hayward, *op. cit.*, p. 252.

³⁹⁸ R. Esposito, *op. cit.*, pp. 9 sg.

dalla sconfitta del nazismo. A partire da Starobinski³⁹⁹, e poi ancor più con Edgar Morin⁴⁰⁰, il concetto di biopolitica perde quel riferimento diretto all'organismo quale modello interpretativo del corpo politico statale per divenire parte integrante di una «politica multimediale dell'uomo» che tenga conto di quegli «ambiti “bio-politici” del vivere e del sopravvivere» propri dell'«*infra-politico*» che deve essere ricondotto alla politica⁴⁰¹. Secondo Starobinski «la biopolitica è un tentativo di spiegare la storia delle civiltà sulla base delle leggi della vita cellulare e della vita biologica più elementare», senza che questo implichi un naturalismo cieco, nel quale «le forze d'autodistruzione che esistono nell'uomo e nelle civiltà umane [...] non possano essere contrastate e dirette dalle forze spirituali – le forze della giustizia, della carità, della verità»⁴⁰².

Si tratta dunque di un approccio che tenta di coniugare il discorso politico con un'attenzione alla vita, ed in particolare alla vita umana, che però, secondo Esposito, mostra «una debolezza teorica» mista ad

³⁹⁹ Cfr. A. Starobinski, *La biopolitique. Essai d'interprétation de l'histoire de l'humanité et des civilisation*, Impr. des Arts, Genève 1960.

⁴⁰⁰ Cfr. E. Morin, *Introduction à une politique de l'homme*, Le Seuil, Paris 1965, tr. it. A. Perri, *Introduzione a una politica dell'uomo*, Meltemi, Roma 2000.

⁴⁰¹ *Ivi*, pp. 10 sg.

⁴⁰² A. Starobinski, *op. cit.*, pp. 7 sgg., cit. in R. Esposito, *op. cit.*, pp. 10 sg. Cfr. anche A. Starobinski, *Biopolitica e storia dell'umanità*, in A. Cutro (a cura di), *Biopolitica. Storia e attualità di un concetto*, Ombre Corte, Verona 2005, pp. 52-55.

«un'incertezza semantica» che rendono l'idea biopolitica così delineata priva di una «convincente fisionomia»⁴⁰³.

La successiva ripresa di studi biopolitici nel mondo anglosassone degli anni '70 segna uno scarto sostanziale rispetto al filone principale della moderna filosofia politica⁴⁰⁴. Laddove la natura è letta come un ostacolo da arginare, un problema da risolvere, una condizione da superare, la biopolitica americana vi scorge la fondamentale condizione d'esistenza dello stesso ordine politico, il quale, piuttosto che essere la risposta al caos della natura (come voleva la teoria del contratto sociale), trova in essa il fondamentale riferimento regolativo. Sicché gli eventi sociali vengono ad iscriversi in un contesto biologico che, tra l'altro, ne sanziona il carattere sostanzialmente ineluttabile: «tutti i comportamenti politici che si ripetono con una certa frequenza nella storia – dal controllo del territorio alla gerarchia sociale, al dominio sulle donne – si radicano profondamente in una falda preumana cui non soltanto restiamo vincolati, ma che è destinata regolarmente a riaffiorare in superficie»⁴⁰⁵. La nozione di biopolitica si delinea dunque in questo contesto, come ciò che descrive «l'approccio di quegli scienziati politici che usano i concetti biologici

⁴⁰³ R. Esposito, *op. cit.*, p. 11.

⁴⁰⁴ Per un quadro d'insieme cfr. *ibid.*, pp. 12-16, che fornisce anche una puntuale bibliografia. Tra i testi più rappresentativi si segnalano: R. D. Masters, *The Nature of Politics*, Yale University Press, New Haven 1989; T. Thorson, *Biopolitics*, Holt, Rineheart and Winston, New York 1970; A. Somit (ed.), *Biology and Politics. Recent Exploration*, Mouton, The Hague 1976.

⁴⁰⁵ R. Esposito, *op. cit.*, p. 15.

(specialmente la teoria evoluzionistica darwiniana) e le tecniche di ricerca biologica per studiare, spiegare, predire e talvolta anche prescrivere il *comportamento politico*⁴⁰⁶. A questo punto la dimensione biologica dell'uomo, il *bíos*, crea un elemento di incastro tra politica e natura tale che «l'unica politica possibile sarà quella già inscritta nel nostro codice naturale» per cui «gli uomini non potranno mai essere altro da ciò che sono sempre stati» e «la storia umana non è che la ripetizione, talvolta deforme, ma mai realmente difforme, della nostra natura»⁴⁰⁷.

La biopolitica d'accezione foucaultiana, del resto, sembra avere poco o nulla a che fare con simili impostazioni, e «da un certo punto di vista è comprensibile che Foucault non abbia mai fatto cenno alle differenti interpretazioni della biopolitica che precedono la propria trattazione – dal momento che il suo straordinario rilievo nasce proprio dalla distanza assunta nei loro confronti»⁴⁰⁸. Tale distanza gli deriva in primo luogo dalla prospettiva genealogica di matrice nietzscheana da cui il pensatore francese prende le mosse in vista di una decostruzione della dialettica biopolitica tra potere e vita.

⁴⁰⁶ A. Somit, S. A. Peterson, *Biopolitics in the Year 2000*, in id. (ed.), *Evolutionary Approaches in the Behavioral Sciences. Toward a Better Understanding of Human Nature*, Elsevier, Oxford 2001, cit. in R. Esposito, *op. cit.*, p. 15.

⁴⁰⁷ R. Esposito, *op. cit.*, p. 16.

⁴⁰⁸ *Ibid.*, p. 16.

Rispetto a tale dialettica già Hannah Arendt⁴⁰⁹ vi scorgeva un'indebita estensione della sfera dell'*oikos* nello spazio della *polis*, sul punto di incrocio tra politica e biologia che apre al governo della “nuda vita” e che trasforma la *vita activa* propria del vivente umano in vita biologica indistinguibile dal vivente animale e quindi passibile di una gestione politica che releghi l'uomo ad «animal laborans» e dunque soggetto ad una logica puramente economica, nel conseguente ritirarsi del politico in forme di amministrazione e gestione che, ancorché assicurino sul piano puramente programmatico la conservazione della vita, finiscono per correlarsi con l'uso del terrore e con la minaccia della morte – il tutto ad implicare il rovesciamento della bio-politica in tanato-politica⁴¹⁰.

Anche in Foucault, come in Arendt, la biopolitica nasce sul terreno di una politica per la quale la vita in quanto tale – la «nuda vita» – diviene oggetto di salvaguardia, viene presa, per così dire, in custodia, con tutta l'ambivalenza del caso – protezione e segregazione di una messa in custodia che trova nei dispositivi di controllo e di sorveglianza le sue forme specifiche di amministrazione e nel carcere (il *panopticon* di Bentham ricordato da Foucault in *Sorvegliare e punire*) il suo modello di riferimento essenziale: «Per millenni l'uomo

⁴⁰⁹ Cfr. H. Arendt, *Vita activa*, tr. it. a cura di A. Del Lago, Bompiani, Milano 1989.

⁴¹⁰ Cfr. P. Montani, *Estetica, tecnica e biopolitica*, in AA. VV., *Bíos*, “Fata Morgana. Quadrimestrale di cinema e visioni”, I, 0, 9-12/2006, Pellegrini, Cosenza 2006, p. 28.

è rimasto quel che era per Aristotele, un animale vivente capace inoltre di esistenza politica; l'uomo moderno è un animale nella cui politica è in questione la sua vita di essere vivente»⁴¹¹. Tuttavia, rispetto alla riflessione arendtiana, in Foucault non c'è una lettura di questo movimento della politica moderna nel senso di una negazione della politica *tout court*. Piuttosto Foucault vi scorge una trasformazione del potere che si applica ora non più nell'uso della forza e nella possibilità di togliere la vita, ma nella garanzia e nella presa in custodia della vita: «Il diritto di punire è stato spostato dalla vendetta del sovrano alla difesa della società. Ma si trova allora composto da elementi così forti, da divenire più temibile»⁴¹². Il potere, dunque, non ha più alcun bisogno di eliminare fisicamente il criminale, quanto piuttosto si attua nel garantire la vita a chi gli si sottomette. Con le parole, laconiche e incisive, di Foucault, «si potrebbe dire che al vecchio diritto di *far morire* o di *lasciar vivere* si è sostituito un potere di *far vivere* o di *respingere* nella morte»⁴¹³.

Questa trasformazione, ed è bene sottolinearlo, passa comunque attraverso un dispositivo di potere centrale, ovvero fondamentale ed originario – simile in questo all'accumulazione capitalistica originaria

⁴¹¹ M. Foucault, *La volontà di sapere*, tr. it. P. Pasquino, G. Procacci, Feltrinelli, Milano 2004, p. 127.

⁴¹² M. Foucault, *Sorvegliare e punire*, cit., p. 98.

⁴¹³ Id., *La volontà di sapere*, cit., p. 122.

– che affina le tecniche di applicazione del potere, attraverso le quali soltanto è reso possibile un qualcosa come una biopolitica.

Si tratta di collocare le tecniche punitive [...] nella storia [del] corpo politico. Considerare le pratiche penali piuttosto che come conseguenza di teorie giuridiche come un capitolo dell'anatomia politica.⁴¹⁴

Il dispositivo che apre tale capitolo è l'anima, laddove è da intendersi con ciò non tanto quel che resta di un'ideologia ormai desueta – un'«illusione dei teologi» – quanto piuttosto una tecnologia del potere:

Può esserci un «sapere» del corpo che non è esattamente la scienza del suo funzionamento e una signoria sulle sue forze che è più forte della capacità di vincerle: questo sapere e questa signoria costituiscono quello che potremmo chiamare la tecnologia politica del corpo.⁴¹⁵

Il potere eccedente esercitato sul corpo sottomesso del condannato ha generato uno sdoppiamento sul quale è possibile applicare la tecnologia del potere. Tale tecnologia va iscritta in una storia della «microfisica del potere» punitivo che si traduce in una «genealogia dell'«anima» moderna» e che affonda le sue radici nelle pratiche ascetiche del monachesimo occidentale (e che si potrebbe far risalire ancora prima alla scaturigine ebraica dell'anima nel rapporto individuale e totale – onnisciente – che Yahweh aveva istituito con la

⁴¹⁴ Id., *Sorvegliare e punire*, cit., p. 32

⁴¹⁵ *Ibid.*, p. 29.

soggettività del fedele, assoggettato alla potenza – onnipotenza – divina):

Piuttosto che vedere in quest'anima i resti riattivati di un'ideologia, vi si riconoscerebbe il correlativo attuale di una certa tecnologia del potere sul corpo. Non bisognerebbe dire che l'anima è un'illusione, o un effetto ideologico. Ma che esiste, che ha una realtà, che viene prodotta in permanenza, intorno, alla superficie, all'interno del corpo, mediante il funzionamento di un potere che si esercita su coloro che vengono puniti [...]. Quest'anima reale e incorporea, non è minimamente sostanza; è l'elemento dove si articolano gli effetti di un certo tipo di potere e il riferimento di un sapere, l'ingranaggio per mezzo del quale le relazioni di potere danno luogo a un sapere possibile, e il sapere rinnova e rinforza gli effetti del potere. [...] all'anima, illusione dei teologi, non è stato sostituito un uomo reale, oggetto di sapere, di riflessione filosofica o di intervento tecnico. L'uomo di cui ci parlano e che siamo invitati a liberare è già in se stesso l'effetto di un assoggettamento ben più profondo di lui. Un'«anima» lo abita e lo conduce all'esistenza, che è essa stessa un elemento della signoria che il potere esercita sul corpo. L'anima, effetto e strumento di una anatomia politica; l'anima, prigioniero del corpo.⁴¹⁶

L'anima non è mai stata in verità mera illusione di teologi. Essa è stata sempre, sin dalle origini ebraiche, un dispositivo di quel potere che, nel mentre genera soggettività, assoggetta i corpi alla legge impersonale di una sovranità diffusa, iscritta «in permanenza, intorno, alla superficie, all'interno del corpo». Con l'«anima moderna», si tratta allora di diffondere tale sovranità nella dimensione secolare

⁴¹⁶ *Ibid.*, pp. 32 sg.

della biopolitica, attraverso l'onniscienza di una «tecnologia» del potere che rinuncia all'esercizio della forza in vista di una pervasività totale legata alla forza normalizzatrice della norma implicita (interiorizzata, iscritta nell'anima) che non può essere restituita dalla norma esplicita dell'esibizione punitiva.

A questo punto si tratterà dunque di vedere se, rispetto a tale «storia di questo corpo politico», le biotecnologie costituiscono l'apertura di un nuovo capitolo, un'ulteriore – e, si suppone, ulteriormente raffinata e pervasiva – tecnologia del potere sul corpo.

Intuitivamente, si possono indicare almeno tre punti attraverso i quali il discorso sulle biotecnologie può suturarsi al discorso della e sulla biopolitica, al di là del fin troppo ovvio riferimento condiviso alla dimensione del *bíos*.

In primo luogo, le biotecnologie cadono al di qua del discorso biopolitico ogni qual volta entrino nello spazio genuinamente politico di *gestione* delle stesse (e molto spesso, in verità, si ha la sgradevole sensazione che l'intero dibattito sulle biotecnologie non sia altro, in fin dei conti, che un mero dibattito politico, al di là di un appello esteriore – e non di rado ipocrita – alla bioetica). Si tratta di un punto molto delicato, che può sembrare sostanzialmente esterno alle biotecnologie, ma che pure rivela, ad un'indagine più approfondita, di intridere l'intera ricerca in campo biotecnologico su tutti i livelli, a

cominciare da ciò che si decide di ricercare, dai fini della ricerca e soprattutto da chi commissiona la ricerca. Inevitabilmente, in questo quadro rientrano anche considerazioni sui rapporti tra lo sviluppo biotecnologico e gli interessi economici ad esso legati.

Il secondo punto riguarda più in generale il rapporto tra la tecnologia e il potere. In più occasioni si è avuto modo di notare come la tecnologia sia leggibile, almeno da un punto di vista filosofico (ma anche sicuramente sociologico), come intrinsecamente legata al potere e alla gestione del reale cui è riconducibile, in buona sostanza, la politica – o quanto meno l'economia politica. Evidentemente, laddove sarà istituito un tale intrinseco rapporto, esso si connoterà con una conseguente ricaduta sul piano della biopolitica come rapporto tra biotecnologia e biopotere, come apertura, cioè, di uno spazio di dominio della vita.

Il terzo ed ultimo punto, nonché forse quello che, da un punto di vista filosofico, risulta più propriamente legato alla biotecnologia in quanto tale, è rappresentato proprio da quella dialettica tra corpo e anima che si è vista emergere all'incrocio tra politica e biologia. Del resto, si è visto nella riflessione sulla biopolitica come sia proprio l'applicazione del modello biologico al campo politico a costituire il terreno principale sul quale ha preso avvio la politica nazionalsocialista. Si tratta di una dialettica che, in ultima istanza,

pervade anche la metafisica della realtà virtuale nella doppia forbice costituita dalla mistica dell'anima da un lato, e dalla sua applicazione biopolitica – e reazionaria – dall'altra; ma che trova, tra l'altro, nell'eugenetica, la sua ricaduta pratica e storica più immediata: quell'*eu-genetica* che, ove la politica si faccia carico del terreno biologico sul quale soltanto sorge la vita umana, e quindi la storia e la società, non può in definitiva che essere letta come unica o fondamentale chiave di accesso all'*eu zen*, al vivere bene che è gestione e salvaguardia, presa in custodia, della vita – della «nuda vita».

Si tocca così un punto cruciale che segna in profondità il rapporto che la politica istituisce con la tecnologia, costituendo una tecnocrazia che, proprio nell'appello ad una neutralità della tecnica ovvero ad una sua ineluttabilità, si viene a connotare come una biotecnocrazia, per così dire, che finisce con l'imprimere un codice di leggi ben più ferreo di quello iscritto nell'anima e che ricorda da vicino la weberiana «gabbia d'acciaio» nella quale sembra si stia tramutando quel «sottile manto» che la tecnica ci ha finora sempre assicurato.

Quel che in tale ragionamento viene suggerita è l'ipotesi che la biopolitica, sorta su quel dispositivo di potere che è l'anima, tecnologia del potere sul corpo, trovi ora nella tecnologia – e nella biotecnologia – un nuovo e più potente dispositivo di biopotere, reso

ben più efficace del dispositivo precedente dal semplice fatto che esso è assicurato alla legge scientifica, qualcosa che sembra non sia possibile mettere in questione, qualcosa di assai più ineluttabile che non la legge divina. È forse possibile rileggere in questo senso il celebre passo dell'*Etica protestante*?:

Il Puritano *voleva* essere l'uomo di una professione – noi *dobbiamo* esserlo. Quando infatti l'ascesi fu trasferita dalle celle dei monaci alla vita professionale e cominciò a dominare l'eticità intramondana, essa cooperò all'edificazione di quel possente cosmo dell'ordinamento economico moderno, legato ai presupposti tecnici ed economici della produzione meccanica, che oggi determina con strapotente forza coercitiva – e forse continuerà a determinare finché non sarà bruciato l'ultimo quintale di combustibile fossile – lo stile di vita di tutti gli individui nati in questo ingranaggio, e *non* soltanto di quelli direttamente attivi nell'acquisizione economica. Secondo l'opinione di Richard Baxter, la cura per i beni esteriori doveva avvolgere le spalle dei suoi santi soltanto come un «sottile mantello che si possa gettare via in ogni momento». Ma il destino fece del mantello una gabbia d'acciaio. Mentre l'ascesi intraprendeva lo sforzo di trasformare il mondo e di esercitare la sua influenza nel mondo, i beni esteriori di questo mondo acquistavano un potere crescente e, alla fine, ineluttabile sull'uomo, come mai prima nella storia. Oggi il suo spirito – chissà se per sempre – è fuggito da questa gabbia. In ogni caso il capitalismo vittorioso, da quando si fonda su una base meccanica, non ha più bisogno di questo sostegno.⁴¹⁷

Come si inseriscono, in questo discorso, le biotecnologie? In parte la risposta è già emersa, in più di un'occasione. In parte, è anche facilmente intuibile. Le biotecnologie, proprio in quanto estendono le

⁴¹⁷ M. Weber, *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo*, in id., *Sociologia della religione*, ed. it. a cura di P. Rossi, Edizioni di Comunità, Torino 2002, I, pp. 184 sg.

capacità di intervento dell'uomo sulla vita, offrono al contempo l'inquietante possibilità di estendere il biopotere oltre il limite di una gestione indiretta della stessa in vista di un assoggettamento del vivente in quanto tale. Non più, o non tanto, la "nuda vita", quanto piuttosto il vivente al suo stadio più elementare. La biopolitica potrebbe allora fare un salto qualitativo: si potrebbe dire, parafrasando Foucault, che al vecchio potere di *far* vivere o di *respingere* nella morte, la biopolitica sostituisce ora il potere di *selezionare* la vita – o più efficacemente di *generare* la vita e di *scartare* la morte.

4.2 – I decisori politici.

Sembra comunemente accettata l'idea che il progresso scientifico sia mosso da un motore interno che segue una sua logica assolutamente razionale e per molti versi ferrea, rispetto alla quale non vi sarebbe alcuna possibilità di indirizzare o bloccare o in ogni caso rallentare i vettori della ricerca. Così il progresso tecnologico, allo stesso modo, non sarebbe altro che una continua ricaduta della ricerca scientifica di base e dunque qualcosa che si realizzi negli stessi settori nei quali la ricerca ottiene i suoi migliori risultati. In altre parole, sembra comunemente accettata l'idea di una sostanziale neutralità della ricerca scientifica e del progresso tecnologico rispetto alla quale la politica interverrebbe solo in seconda battuta a dettarne i modi d'uso e le possibili applicazioni in base ad esigenze d'ordine pratico, ovvero sociale e appunto politico: la bomba atomica è, ad esempio, il frutto dell'applicazione della ricerca scientifica di base nel campo della fisica quantistica, ed in verità soltanto uno dei possibili utilizzi delle scoperte e dei risultati ottenuti nella teoria. Utilizzare tali risultati a fini militari è stata dunque una evidente scelta politica – non scientifica.

Tuttavia è noto che, proprio nel caso della bomba atomica, il quadro andrebbe completamente capovolto: la stessa ricerca

scientifica, con le notevoli scoperte effettuate nel settore della fisica nucleare, non sarebbe mai stata possibile se non ci fosse stato, all'origine, l'evidente interesse d'ordine militare – quindi politico – nel dotarsi di un'arma tanto potente, e di farlo, soprattutto, prima che altri – i tedeschi – giungessero a dotarsene; tanto che lo stesso Einstein, sia pure per nobili scopi, fu uno dei più importanti sostenitori della necessità di realizzare per tempo la bomba atomica, dal momento che vedeva in essa l'unica possibilità di fermare la follia hitleriana. Il punto è che Einstein, e con lui molti altri scienziati, a torto o a ragione, fecero una scelta politica, non scientifica. L'esigenza politica di vincere la guerra fu il vero motore di una ricerca che, solo nelle ricadute, e solo in un secondo momento, ottenne anche importanti risultati scientifici e applicazioni civili – *in primis* i reattori termonucleari, la cui installazione appare tutt'altro che scevra di problematiche d'ordine politico ed economico.

Va dunque completamente ribaltato il punto di vista che vorrebbe la decisione politica soltanto successiva alla ricerca scientifica. Certo, può rimanere valido il principio per cui la ricerca scientifica sia un bene in sé, in qualunque direzione si indirizzi, pena il dover conseguentemente ammettere che l'ignoranza possa essere preferibile alla conoscenza. Per contro, è altresì evidente che una tale tesi risulta poco credibile in una dimensione nella quale la ricerca sia eterodiretta,

ovverosia nella situazione reale, da sempre. Rispetto a tale contesto problematico, Pessina afferma che «alcune delle categorie, o dei presupposti che fanno da sfondo all'attività di ricerca, non sembrano più evidenti: ci riferiamo alla convinzione della “neutralità assiologica” delle scienze sperimentali, cioè alla tesi, tuttora diffusa, che il piano dei valori e quello dei fatti siano, per così dire, separati e incomunicabili, e che quindi la scienza debba godere sempre e comunque di una sorta di immunità, espressa nel monito al rispetto della libertà di ricerca. L'esperienza della guerra atomica aveva già scosso questo convincimento. [...] Ma in quel caso sembrava ancora possibile stabilire una linea di demarcazione tra il momento della ricerca e quello dell'applicazione: la “scienza pura”, quella cioè finalizzata alla conoscenza, poteva addossare le colpe alla tecnica, agli usi delle scoperte. Questa tesi diventa difficilmente sostenibile quando si entra nell'ambito di quelle scienze sperimentali in cui l'intreccio tra teoria e prassi, tra tecnologia e conoscenza, è inscindibile»⁴¹⁸.

L'idea stessa di una “scienza pura” appare oggi sempre più difficilmente sostenibile, dal momento che la stessa tecnologia informa e talvolta modifica anche in maniera sostanziale la ricerca scientifica. Come afferma Gallino, «ciò che caratterizza la tecnologia moderna è l'intreccio inscindibile che viene a stabilirsi, prima o poi,

⁴¹⁸ A. Pessina, *op. cit.*, pp. 4 sg.

fra tecnica e scienza»⁴¹⁹. In verità, da sempre l'intreccio tra tecnologia e scienza è l'inscindibile presupposto affinché si attui un qualcosa come il progresso: si tratta in fondo della dialettica fondamentale dell'evoluzione culturale umana per cui un dato portato tecnologico apre inevitabilmente nuovi orizzonti conoscitivi, in base ai quali sarà possibile poi dar vita a nuove tecnologie: il cannocchiale è l'elemento fondamentale della rivoluzione copernicana, così come il microscopio ha aperto quegli orizzonti conoscitivi che hanno reso possibile il progressivo avanzamento della biologia, fino a che essa non ha offerto a sua volta la possibilità di creare nuove tecnologie di intervento sulla materia vivente.

Si tratta in gran parte di ovvietà, che però costituiscono l'imprescindibile quadro di riferimento per dirimere l'intreccio che viene inevitabilmente a costituirsi tra ricerca scientifica, tecnologia e politica, e misconoscendo il quale non si può che mancare irrimediabilmente il senso in cui tale intreccio viene a configurarsi.

La relazione tra scienza e politica, per mezzo di quell'intermediario che è la tecnologia, sembra dunque rivelarsi ben più problematica di una semplice comunicazione a senso unico. Se per un verso la scienza apre, attraverso la ricerca, nuovi spazi nei quali si

⁴¹⁹ L. Gallino, *I decisori tecnologici tra razionalità locale e irrazionalità globale*, in id., *Tecnologia e democrazia*, cit., p. 132.

danno alla politica nuove forme di intervento (è il caso appunto delle prime intuizioni, in fisica, circa la possibilità di innescare una violenta reazione nucleare), d'altro canto è sovente la politica a dettare alla scienza i punti della propria agenda per indirizzarla su quegli spazi che sono d'interesse politico. E non potrebbe, del resto, essere altrimenti, dal momento che, la scienza offrendo soluzioni d'interesse pubblico, è il pubblico, in effetti, attraverso il politico, a dover dettarne le priorità. Ed è proprio questo, tra l'altro, lo spazio nel quale s'innesta il discorso etico, laddove si dà la necessità di affrontare decisioni di carattere comunitario, e dunque proprio a garanzia di quella decisionalità pubblica che sola può infondere di senso una reale democrazia. Rispetto a ciò, l'appello ad una razionalità scientifica come unica voce effettivamente valida non può che apparire come una inquietante stretta autoritaria, nella misura in cui tenta di mettere a tacere proprio quelle istanze pluralistiche che non si identifichino necessariamente con una tale razionalità: «la rivendicazione della *libertà* della ricerca esprime un autentico imperativo morale (che in sé è compito della filosofia giustificare) quando esclude che il sapere sia eterodiretto, sia cioè valutato soltanto in ordine a qualche scopo pratico (anche se il riconoscimento pubblico delle tecnoscienze è sempre più condizionato, per le connessioni che hanno con le politiche economiche, al criterio dell'utile), ma non ha fondamento se pretende

di affermare la “neutralità” (ovvero l’estraneità) morale della ricerca stessa»⁴²⁰. Pertanto si pone la domanda: «l’approccio fondamentale alla realtà capace di darci i criteri per l’azione deve riferirsi ai modelli conoscitivi delle scienze sperimentali o è ancora legittimo riconoscere approcci differenti alla vita, come quelli filosofici, teologici, estetici, storici, sociologici?»⁴²¹. Non sarebbe, in definitiva, questo riconoscimento, l’unica vera garanzia di un approccio pluralistico e pienamente democratico, un argine di fronte alla possibilità di una deriva autoritaria verso quello che si potrebbe definire come un totalitarismo tecnocratico?

Sheila Jasanoff ha fatto un’analisi la cui peculiarità «consiste proprio nel collocarsi all’intersezione tra analisi dei saperi scientifico-tecnologici e riflessione normativa, e nel mostrare che i linguaggi apparentemente distanti di scienza e tecnologia da un lato, e dei sistemi etici, giuridici e politici dall’altro – descrittivi i primi, prescrittivi i secondi – si generano e si sorreggono reciprocamente. [Il suo metodo] consente infatti di chiarificare come il riferimento a una presunta oggettività della scienza possa diventare la strategia per far valere poteri non democraticamente legittimati»⁴²².

⁴²⁰ A. Pessina, *op. cit.*, pp. 51 sg.

⁴²¹ *Ibid.*, p. 7.

⁴²² M. Tallachini, *Prefazione*, in S. Jasanoff, *Fabbriche della natura*, cit., p. 8.

Si tratta allora di domandarsi sulle conseguenze che «avrà il passaggio dalle società industriali a quelle della conoscenza per il potere organizzato, la stratificazione sociale e la libertà individuale»: «Che cosa significherà per le attuali istituzioni di *governance* se la scienza e la tecnologia, lungi dall'agire come oggettive fonti di legittimazione della politica, appariranno esse stesse come elementi che catalizzano l'agitazione politica interna e internazionale?»; e ancora: «giacché le relazioni tra Stato e scienza sono diventate apertamente strumentali, possiamo ragionevolmente domandarci se la scienza perderà la propria capacità di essere utile allo Stato o alla società come fonte di autorità critica e imparziale»; infine: «i continui sviluppi nelle scienze della vita produrranno una nuova classe genetica inferiore e accresceranno, contemporaneamente, il potere dello Stato, già immenso, di definire, classificare e regolare la vita stessa?»⁴²³.

Si tratta in fondo di una costellazione di interrogativi ben poco filosofici che però sostanziano i dubbi e le questioni che possono essere legittimamente avanzati anche sul piano della speculazione filosofica. Si tratta, in buona sostanza, di comprendere chi sia a cavalcare l'impetuoso sviluppo delle biotecnologie e chi sia ad avvantaggiarsene per i propri interessi.

⁴²³ S. Jasanoff, *op. cit.*, pp. 18 sgg.

Se è vero quanto afferma Lewontin, che cioè «non c'è eminente biologo molecolare di mia conoscenza che sia libero da interessi finanziari nel campo della biotecnologia»⁴²⁴, la questione sui decisori politici – reali – diventa effettivamente una questione decisiva per comprendere il senso che la ricerca in questo settore assume nella nostra società. Se l'ultima parola sugli OGM, ad esempio, dovesse spettare a coloro che hanno investito ingenti capitali in aziende che dovrebbero ricavare ingenti profitti proprio da quegli stessi prodotti, non si riesce a comprendere come un simile giudizio possa essere assolutamente obiettivo e disinteressato. Nel caso del Progetto Genoma «nessuno [...] ha il cattivo gusto di ricordare che molti genetisti molecolari di fama [...] sono fondatori, direttori, funzionari e azionisti di aziende che operano nel campo della biotecnologia commerciale, fra cui ditte produttrici di materiali e attrezzature impiegate nella ricerca del sequenziamento [del genoma umano]»⁴²⁵. L'aspetto più inquietante è che proprio il principio della libertà della ricerca possa venire invocato esteriormente per nascondere l'esatto contrario, cioè l'interesse, in primo luogo economico, che la muove: la scienza appare eterodiretta proprio là dove si vorrebbe presentare come di necessità svincolata; e a questo punto non si può non pensare

⁴²⁴ R. Lewontin, *Il sogno del genoma umano*, cit., p. 129.

⁴²⁵ *Ibid.*, p. 128.

che ciò da cui gli scienziati, o almeno alcuni di loro, desiderano svincolarsi siano soltanto i legacci dell'opinione pubblica che possano frenare la personale acquisizione di ricchezza: «fin dalle prime scoperte di biologia molecolare è apparso chiaro che l'“ingegneria genetica”, la creazione su ordinazione di organismi geneticamente modificati, apre enormi possibilità al profitto privato. [...] Come risultato di queste possibilità, i biologi molecolari sono diventati imprenditori. Molti hanno fondato aziende biotecnologiche finanziate da capitalisti d'azzardo. Alcuni sono diventati molto ricchi grazie al successo di qualche offerta pubblica di loro azioni che li ha fatti diventare improvvisamente possessori di grandi quantità di titoli di proprietà. Altri si trovano con grossi pacchetti azionari di società farmaceutiche internazionali che hanno rilevato l'impresa-madre del biologo assicurandone per giunta la consulenza»⁴²⁶. Gli stessi progetti che riguardano il sequenziamento del genoma umano, che pure parrebbero legati agli interessi della “scienza pura”, «sono, di fatto, organismi amministrativi e finanziari, piuttosto che progetti di ricerca nel senso consueto. Sono stati creati [...] in risposta a un attivo sforzo lobbistico, da scienziati come Walter Gilbert, James Watson, Charles Cantor e Leroy Hood, con lo scopo di rastrellare quantità enormi di fondi pubblici e convogliare il flusso di fondi in un immenso

⁴²⁶ *Ibid.*, pp. 128 sg.

programma di ricerca cooperativo»⁴²⁷. A questo livello, il vero motore della ricerca scientifica sembra essere sostanzialmente il profitto. Il che sarebbe anche più che comprensibile in un'ottica liberale, nella misura in cui sarebbe ingenuo sperare che la ricerca sia portata avanti da santi scienziati votati al bene dell'umanità – e alla povertà. È anzi giusto che lo scienziato sia spinto nella ricerca da motivazioni egoistiche materiali e non. Tuttavia la prospettiva diventa fosca quando tali motivazioni si insinuano al cuore delle procedure di garanzia scientifica: il punto è che un giudice, per quanto possa essere un buon giudice, non dovrebbe mai giudicare se stesso. E questo avviene ogni qualvolta si invoca il «parere dell'esperto» come unica voce in grado di fornire giudizi adeguati sulla ricerca scientifica, soprattutto se quell'esperto si rivela tutt'altro che disinteressato nei confronti dell'oggetto sul quale è chiamato ad esprimersi.

Che queste siano le condizioni nelle quali viene a cadere oggi la ricerca scientifica appare chiaro dalla struttura stessa della società nella quale la comunità scientifica è intrecciata, inevitabilmente. Philippe Kourilsky spiega che «l'attuazione pratica [dell'ingegneria genetica] fu più rapida negli USA: la mentalità da imprenditore, presente anche negli scienziati, è più sviluppata e, sia nei successi sia nelle sconfitte, meglio accettata che altrove. Inoltre lì esistono

⁴²⁷ *Ibid.*, p. 114.

meccanismi di finanziamento flessibili che favoriscono l'innovazione e il sorgere di imprese. Capitali a rischio sono investiti in imprese nascenti in modo che in caso di successo producano considerevoli benefici, che compensano i possibili fallimenti. Fu così che inizialmente la maggior parte degli industriali del gene furono spesso universitari, ricercatori di base convinti del potenziale della loro disciplina, che trovarono capitali a rischio per creare imprese. Alcuni vi rimasero come consulenti, altri vi si impegnarono abbandonando le loro cariche universitarie. Nacquero così più di cento nuove imprese e alcune, qualche anno dopo, fecero uno strepitoso ingresso in Borsa»⁴²⁸. Ora, se «la nascita della Genentech sembra a questo proposito una favola all'americana», nata con un investimento irrisorio e giunta in cinque anni a moltiplicare per mille il valore iniziale delle azioni, in gran parte grazie unicamente alla qualità scientifica dei lavori che Boyer e i suoi colleghi avevano eseguito nell'ambito dell'università, su somatostatina ed insulina, la generale «fioritura di imprese d'ingegneria genetica fu splendida» ed «il totale dei capitali investiti in queste imprese superava largamente, nel 1986, i 3 miliardi di dollari»⁴²⁹. Sennonché, «a parte rare eccezioni, queste imprese presentano un bilancio deficitario, poiché l'equilibrio

⁴²⁸ P. Kourilsky, *op. cit.*, pp. 176 sg.

⁴²⁹ *Ibid.*, p. 178.

finanziario non può derivare dalla vendita di prodotti che, nel campo farmaceutico, sono lunghi e costosi da mettere a punto»⁴³⁰. È proprio in questo contesto che un simile sistema, ancorché fornisca un'accelerazione spettacolare alla ricerca scientifica, rivela altresì tutte le possibili implicazioni più controverse: una ricerca scientifica che dovesse concludersi in un binario morto risulterebbe automaticamente in una catastrofe finanziaria che rischierebbe di trascinare nel fallimento, oltre che i ricercatori, tutti gli azionisti che hanno “scommesso” su di essa. Inoltre, gli stessi azionisti non possono che essere impazienti, dal momento che la produzione successiva alla ricerca è l'unica possibilità di far fruttare i capitali investiti: di fronte a questo scenario, non è forse logico temere che i ricercatori, impegnati anche da un punto di vista finanziario, possano subire una forte pressione affinché i prodotti che essi ricercano risultino quanto prima disponibili sul mercato e quindi siano spinti inevitabilmente ad accelerare eccessivamente quelle procedure della ricerca necessarie ad offrire adeguate garanzie?

In questo contesto, affermare che «troppe norme strangolano l'ingegneria genetica»⁴³¹, può apparire come espressione di un'esigenza di deregolamentazione della ricerca scientifica che, nel

⁴³⁰ *Ibid.*

⁴³¹ F. Sala, *Gli ogm sono davvero pericolosi?*, Laterza, Roma-Bari 2005, p. 137.

mentre pretende di affermare la neutralità, ovvero l'estraneità, della scienza nei confronti della morale, favorisce piuttosto proprio quel tipo di ricerca eterodiretta che inficia nelle fondamenta il principio stesso della libertà della ricerca – sebbene sia indubbio che l'insieme delle norme vigenti attualmente sia del tutto inadeguato a regolare la complessa realtà della ricerca nei settori d'avanguardia delle biotecnologie, soprattutto in un contesto nel quale le decisioni vengono ancora prese in una prospettiva nazionale, laddove la globalizzazione dei mercati e delle tecnologie permette e, in certa misura, impone la circolazione assoluta dei prodotti, col rischio continuo di far entrare dalla finestra ciò che si era cacciato dalla porta⁴³².

Fin qui, gli intrecci tra biotecnologie e politica rimangono su un piano sostanzialmente sociale e non toccano ancora la questione biopolitica che in questa sede si era sollevata⁴³³.

Rispetto a tale questione, l'autoreferenzialità della tecnoscienza acquista un'ulteriore senso, soprattutto laddove appare svuotata, proprio in quanto eterodiretta. Può sembrare un semplice gioco di

⁴³² Cfr., ad esempio, quanto Sala scrive sul caso italiano in *ibid.*, pp. 60-100, e soprattutto a p. 97: «Quello che agli italiani non viene chiaramente detto è che già oggi i nostri prodotti tipici (tra cui il prosciutto e il formaggio grana) sono ottenuti utilizzando sostanze transgeniche. Infatti il nostro paese importa il 96% della soia dagli USA e dall'Argentina, e questo prodotto, essenziale per fornire proteine nei mangimi degli animali d'allevamento (suini, bovini, conigli ecc.), è ormai per il 70-80% gm. Non è fuorilegge, si tratta di importazioni perfettamente legali».

⁴³³ Per un approfondimento di questi aspetti rinviamo, oltre al testo di Sala, a S. Jasanoff, *Fabbriche della natura*, cit. e a D. Barben, *Politische Ökonomie der Biotechnologie*, cit., che trattano specificamente degli aspetti politici legati alle biotecnologie.

parole, un ossimoro paradossale, ma a ben guardare, tale “autoreferenzialità etetodiretta” si presenta proprio come il cuore della questione, in quanto allestisce una sovrastruttura ideologica – l’autoreferenzialità – di cui si avvantaggia una certa direzione politica – che la dirige dall’esterno, appunto.

Scriva ancora Lewontin, a proposito del Progetto Genoma Umano, che «lo studio del DNA è un’industria di alta visibilità, una rivendicazione sulle risorse pubbliche, la legittimazione di una scienza e un forte richiamo alimentato dalla promessa che allevierà le sofferenze individuali e sociali. Così la sua pretesa ontologica di fondo, del dominio della Signora Molecola sul corpo fisico e sul corpo politico, diventa parte della coscienza generale. Il contributo di Evelyn Fox Keller in *The Code of Codes* illustra brillantemente come a poco a poco questa coscienza penetra in tutti gli strati dello Stato, nelle università e nei media, producendo un consenso indiscusso nel vedere il modello della fibrosi cistica come un modello del mondo. Quando gli fu chiesto perché i finanziamenti del Progetto Genoma Umano non potevano invece essere destinati ai senzatetto, il direttore di “Science”, Daniel Koshland, rispose: “Quello che questa gente non capisce è che i senzatetto non sono danneggiati [...]. In realtà, nessuna fascia sociale

trarrà maggiore beneficio dalle applicazioni della genetica umana”»⁴³⁴.

Il punto è che, attraverso questo ricorso ad un’ideologia scienista – più che scientifica – si giustificano importanti opzioni politiche ed economiche: in primo luogo il determinismo in essa implicito ha l’ovvia conseguenza di giustificare lo *status quo* e offre un’ottima ragione per disinteressarsi politicamente delle ingiustizie sociali. Essa rappresenta in qualche modo il tentativo di dare una risposta di comodo alla questione sollevata da Darwin: «Se la miseria dei nostri poveri non è causata dalle leggi di natura, ma dalle nostre istituzioni, grande è la nostra colpa»⁴³⁵, dal momento che, sulla base di tale determinismo, si vorrebbe dimostrare proprio che qualunque differenza sociale trovi nella genetica il suo sostrato biologico e dunque la sua ragion d’essere. E allora, oltre alle malattie ereditarie, si tende ad imputare ai geni la nascita delle distinzioni sociali oltre che di abitudini culturali, sicché si vorrebbe scoprire il “gene della droga”, il “gene della violenza”, “il gene della povertà” e così via, sollevando *de facto* la politica da qualunque responsabilità.

Inoltre, «la concentrazione degli sforzi di conoscenza sul DNA ha immediate conseguenze pratiche a livello sociale e politico, cioè in

⁴³⁴ R. Lewontin, *op. cit.*, pp. 130 sg. La citazione è tratta da E. Fox Keller, *Nature, Nurture, and the Human Genome Project*, in D. J. Kevles, L. Hood (eds.), *The Code of Codes*, cit.

⁴³⁵ C. Darwin, *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*, tr. it. M. Magistretti, Giunti, Firenze 2002, p. 611.

quello che Dorothy Nelkin e Laurence Tancredi chiamano “il potere sociale dell’informazione biologica”. Nel loro appagamento autoadulatorio, gli intellettuali dicono che la conoscenza è potere, ma la verità è invece che la conoscenza mobilita a utilizzarla solo quelli che hanno o possono acquisire il potere»⁴³⁶. La conoscenza in sé non aumenta il potere delle persone, ma può diventare una potente arma nelle mani di chi detiene il potere. Lewontin fa il caso della madre a cui viene detto che il feto che porta in grembo ha il cinquanta per cento di probabilità che contragga la fibrosi cistica, o anche che sia una bambina, quando il padre desiderava un maschio. In questo caso la donna non guadagnerebbe veramente un potere aggiuntivo, acquisendo tale conoscenza, poiché sarà costretta inevitabilmente a decidere e ad agire entro i confini delle sue relazioni con la famiglia e con lo Stato: lo slogan del diritto della donna a scegliere diventa allora un velo steso sui conflitti che sorgono in seno a relazioni di potere⁴³⁷. Allo stesso modo, la mappatura dei geni di un individuo, anziché fornire un maggior potere a quest’ultimo, potrebbe infine rivelarsi un’arma che contro di lui sarà usata da agenzie assicurative e datori di lavoro, o comunque da quanti abbiano il potere, più o meno legittimo, di usufruirne. In proposito, scrive Rodotà: «Il materiale genetico [...]

⁴³⁶ R. Lewontin, *Il sogno del genoma umano*, cit., p. 131.

⁴³⁷ *Ibid.*, pp. 131 sg.

può essere usato per finalità diverse, per effettuare accertamenti riguardanti, ad esempio, la sua paternità. [...] grazie ai dati ricavabili da qualsiasi frammento di materiale genetico (saliva, capelli, pelle, sangue), è possibile ottenere informazioni relative non soltanto all'identità della persona, ma anche di tipo "predittivo". E, poiché il genoma costituisce il tramite tra le generazioni, i dati riguardanti una singola persona forniscono informazioni su tutti gli appartenenti al suo gruppo biologico [...]. Passato, presente e futuro di singoli e di gruppi, dunque, possono essere scandagliati attraverso i dati genetici»⁴³⁸. Le ricadute biopolitiche appaiono allora di per se stesse alquanto evidenti.

Del resto, per quanto si possa invocare il liberismo come unica soluzione democratica, come ad esempio fa Francesco Sala quando avanza «una sola proposta: lasciamo che sia il mercato a decidere se le piante gm convengono. L'agricoltore, anche quello indiano, non è sprovveduto. Non avrà un'istruzione superiore, ma sa fare i suoi conti e trarne le opportune conclusioni. È aperto alla sperimentazione di nuove varietà, siano pure gm, ma è pronto ad abbandonarle se non convengono. E così è per il consumatore. Entrambi non hanno bisogno di tutori che, dall'alto delle loro certezze e delle loro ideologie, decidano per loro»⁴³⁹; non si può altresì nutrire il sospetto che questa

⁴³⁸ S. Rodotà, *Tecnopolitica*, Laterza, Roma-Bari 2004, pp. 192 sg.

⁴³⁹ F. Sala, *op. cit.*, p. 53.

stessa invocazione non sia in realtà l'innescò di un meccanismo ineluttabile quale è quello proprio del libero mercato, entro cui ad essere favoriti sono appunto quei poteri forti che già oggi sono in grado di soppiantare intere micro-economie; tanto più che una delle ragioni sovente addotte a favore degli OGM è proprio l'inevitabilità che il mercato sembra assicuri a queste pratiche agricole⁴⁴⁰. Si può ragionevolmente individuare nella libera scelta degli agricoltori la causa principale dell'urbanizzazione che, a partire dall'Inghilterra, si è sviluppata in tutta Europa parallelamente all'industrializzazione? O non si è assistito, in quel caso, piuttosto a quel fenomeno assai noto e studiato delle *enclosures*, che costrinsero intere schiere di agricoltori ad abbandonare i campi per andare ad infoltire le nuove schiere di una classe operaia che offrisse manodopera a bassissimo costo? Non sarebbe allora legittimo temere che le imponenti colture estensive di prodotti OGM, già oggi saldamente nelle mani di poche multinazionali, tenderanno a comportarsi come *enclosures* post-industriali, in grado di soppiantare più o meno gradualmente, ma inevitabilmente, qualunque altra forma di agricoltura, e soprattutto quei piccoli agricoltori e quelle comunità che si troveranno sempre più

⁴⁴⁰ È questa proprio una delle tesi addotte da Sala in favore degli OGM, dal momento che il mercato impone sempre più il ricorso alle biotecnologie, rispetto alle quali un rifiuto risulterebbe fatale per un paese, come l'Italia, che dovesse optare per le agricolture tradizionali: «Non è pensabile per il futuro del mondo, e anche per il futuro del nostro paese, un'agricoltura *ogm-free*» (F. Sala, *op. cit.*, p. 140).

stretti nella morsa di un'alternativa tra il piegarsi alla logica di mercato – svendendo i propri terreni alle multinazionali e convertendoli quindi in terreni ad agricoltura estensiva – e il piegarsi ai morsi della fame, tanto che Sheila Jasanoff giunge a scrivere che «la resistenza alle biotecnologie è diventata quasi un surrogato della resistenza al potere imperiale americano»⁴⁴¹?

Non si può non nutrire, inoltre, il dubbio che, dietro l'appello alla guerra contro la fame, rispetto al quale si invocano le recenti biotecnologie come unica possibile soluzione, tanto che si è giunti a dichiarare che «l'opposizione anti-gm [...] respinge le sue responsabilità per il danno che arreca ai poveri ostacolando l'utilizzo del "Golden Rice"»⁴⁴², o comunque per un atteggiamento del non-fare che appare altrettanto negativo quanto quello del *laissez faire*, dal momento che la non azione è responsabile ogni giorno di migliaia di morti per fame, non si nasconde piuttosto l'interesse economico, e soprattutto l'intento di monopolizzare sempre più la produzione agricola mondiale, laddove è noto che l'unico modo per combattere la fame passa necessariamente per una migliore distribuzione della ricchezza, tanto più che tale ricchezza, attualmente, sarebbe sufficiente

⁴⁴¹ S. Jasanoff, *op. cit.*, p. 22.

⁴⁴² I. Potrykus, *Golden Rice and Beyond*, in "Plant Physiology", 125, 2001, p. 1157, cit. in F. Sala, *op. cit.*, p. 117.

a garantire un adeguato livello di benessere per l'intera popolazione mondiale⁴⁴³.

Del resto, già Georgescu-Roegen sosteneva che le disparità sociali ed economiche, lungi dall'essere effetti indesiderati del progresso e superabili per mezzo di adeguate modifiche e di un avanzamento tecnologico, sono piuttosto strutturali al sistema economico capitalistico: «il conflitto sociale continuerà sfortunatamente a far parte dell'esperienza umana finché il nostro modo di vita dipenderà dalla produzione su vasta scala di strumenti esosomatici»⁴⁴⁴. Gli strumenti esosomatici, le tecnologie, generano inevitabilmente conflitto sociale, tanto che, «contrariamente alla fede fondamentalista di Marx, la socializzazione dei mezzi di produzione non porta all'esaurirsi del conflitto sociale», poiché non farebbe che generare «una nuova classe con gli stessi privilegi della vecchia»⁴⁴⁵, e questo proprio perché, come si è visto, anziché distribuire il potere,

⁴⁴³ Su tali questioni prettamente economiche, e più in generale per una decostruzione dello sviluppo e dunque dell'ideologia che vuole il progresso tecnologico come unico mezzo per migliorare le condizioni di vita dell'umanità, cfr. W. Sachs (a cura di), *Dizionario dello sviluppo*, ed. it. a cura di A. Tarozzi, EGA, Torino 2004; W. Bello, *Il futuro incerto. Globalizzazione e nuova resistenza*, tr. it. R. Patriarca, Baldini & Castoldi, Milano 2002; H. E. Daly, *Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile*, tr. it. S. Dalmazzone, G. Garrone, Comunità, Torino 2001; A. Caillé, A. Salsano (a cura di), *Quale «altra mondializzazione»?*, Bollati Boringhieri, Torino 2004; G. Rist, *Lo sviluppo. Storia di una credenza occidentale*, tr. it. A. Salsano, Bollati Boringhieri 1997; S. Latouche, *Come sopravvivere allo sviluppo. Dalla decolonizzazione dell'immaginario economico alla costruzione di una società alternativa*, Bollati Boringhieri, Torino 2005.

⁴⁴⁴ N. Georgescu-Roegen, *Ineguaglianza, limiti e crescita da un punto di vista bioeconomico*, in id., *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, a cura di M. Buonaiuti, Bollati Boringhieri, Torino 2003, p. 120.

⁴⁴⁵ *Ibid.*

l'innovazione tecnologico non fa che aumentare il potere di coloro che già lo posseggono. Per queste ragioni, scrive Georgescu-Roegen,

Dobbiamo liberarci anche del mito secondo cui l'aumento dell'industrializzazione curerà tutti i mali. Al contrario, renderà più acuto il conflitto sociale. Il fatto che il benessere portato dall'industrializzazione non sia privo di costi sociali, era già stato capito da Platone e Aristotele. Il primo insisteva che nel suo modello bisognava guardarsi dalle derive del sistema repubblicano; il secondo sosteneva che in una società sana devono trovare soddisfazione solo i bisogni materiali vitali. La stessa convinzione ha sempre caratterizzato i fautori della distribuzione delle terre di tutti i colori e di tutti i tempi, e riprende vigore ora di fronte alle crisi che affliggono l'umanità, causandogli crescente disagio. Quello che stiamo mettendo in discussione è la crescita fine a se stessa [...].⁴⁴⁶

Di fronte a questo scenario, premere sull'acceleratore del progresso tecnologico, senza ridiscutere i fondamenti ideologici della crescita e dello sviluppo di stampo occidentale, potrebbe voler dire soltanto accelerare il processo di accrescimento delle distanze sociali. Alla base di queste difficoltà intrinseche è rintracciabile, quale principale causa, la stessa «razionalità strumentale», la “tecnologia”, secondo quanto si era andato delineando sulla scorta dell'analisi terminologica: «la razionalità strumentale contiene in sé la propria debolezza. Non a caso è stata stigmatizzata da secoli in particolare dalle grandi tradizioni filosofiche e spirituali d'Oriente, secondo le quali premessa per il conseguimento della felicità è liberare l'uomo

⁴⁴⁶ *Ibid.*, p. 121.

dalle lunghe concatenazioni mezzo-fine. [...] il modello di sviluppo occidentale ha [...] conseguenze sistemiche sul piano delle ineguaglianze sociali e dei danni agli ecosistemi che non sono in larga misura “previste” e che, tuttavia, finiscono per ritorcersi su chi le ha prodotte. In altre parole, perseguendo la felicità, in termini strumentali, l’uomo moderno trova l’infelicità»⁴⁴⁷. Come il fagiano argo, il quale ha sviluppato penne sempre più lunghe e maestose per competere nel corteggiamento, fino a divenire quasi incapace di volare, così la tecnologia occidentale «presenta il medesimo carattere ipertrofico ed è il frutto di un analogo processo di retroazione positiva»: l’ineguaglianza che deriva da questo processo autoaccrescetivo, peraltro confermato da evidenze empiriche⁴⁴⁸, «oltre che essere l’effetto della ricerca spasmodica dell’efficienza, ne è anche, in qualche modo, la causa. In altre parole, l’ineguale distribuzione dei redditi (e dunque la presenza di individui disposti a offrire il proprio lavoro a salari estremamente bassi) è funzionale alla minimizzazione dei costi per le imprese e consente perciò di mantenere o di accrescere nuovamente l’efficienza»⁴⁴⁹. Non si può ragionevolmente affermare che la globale diffusione delle

⁴⁴⁷ M. Buonaiuti, *Introduzione*, in N. Georgescu-Roegen, *op. cit.*, pp. 20 sg.

⁴⁴⁸ Il reddito annuale delle 225 persone più ricche del pianeta, superava nel 1999 la somma dei redditi annuali del 47 per cento della popolazione mondiale, in una spirale che si è notevolmente approfondita nel corso degli anni. Cfr. UNDP (United Nations Development Programme), *Rapporto sullo sviluppo umano 10. La globalizzazione*, Rosenberg & Sellier, Torino 1999.

⁴⁴⁹ M. Buonaiuti, *op. cit.*, pp. 45 sg.

biotecnologie nel settore della produzione agricola non trovi a sua volta in tale ineguaglianza il suo motore e non contribuisca ad aggravarla ulteriormente. Soprattutto se si considera che, una volta che si saranno stabiliti brevetti per un buon numero di organismi – geneticamente modificati o geneticamente migliorati che siano – l'accesso alla produzione degli stessi – vuoi a scopi alimentari, vuoi a scopi farmaceutici o ancora di ricerca – sarà sempre più ristretto, in maniera preoccupante. In altre parole, «si tratta soprattutto di vedere, intanto, quanto sia possibile o quanto si voglia conservare la [...] libertà di scelta del modo di vita da parte delle diverse comunità e dei diversi paesi, e quindi di capire se si sia diretti verso un mondo del tutto omogeneo o, invece, verso un mondo vario ed eterogeneo e cioè basato sull'armonica e dinamica convivenza delle diversità umane, degli ambienti e dei suoi abitanti»⁴⁵⁰.

Si può avere qualche difficoltà a districarsi tra le diverse istanze posizionate su più livelli, tra loro intersecanti ed inevitabilmente intrecciati. Politica, economia e tecnologia appaiono impegnate in un incontro che sembra, da un lato, offrire sempre nuove possibilità – di cura, di aumento del benessere ecc. – ma che nel contempo lascia presagire una stretta autoritaria nella quale le richieste di deregolamentazione sembrano sposarsi con l'esigenza di mantenere lo

⁴⁵⁰ M. Buiatti, *op. cit.*, p. 124.

status quo e anzi di aumentare le ineguaglianze e le ingiustizie a vantaggio di chi possa appropriarsi di sempre maggiori spazi di potere.

La biopolitica si iscrive in questo contesto, ad offrire un'arma ideologica che, a tratti, può caricarsi di aspetti decisamente inquietanti, laddove, attraverso il ricorso alle biotecnologie, può legittimare una visione eugenetica delle differenze sociali e degli interventi che in loro nome si auspicano: «l'eugenetica in senso sociale è stata risuscitata. Questo è stato in parte conseguenza della pura e semplice esistenza del Progetto Genoma, con le relazioni pubbliche che l'accompagnano e la pesante spesa pubblica che richiederà. Tutti questi elementi non fanno che convalidare la *Weltanschauung* determinista del Progetto»⁴⁵¹. Tale ideologia, del resto, fa da quadro generale entro cui si iscrivono gli interessi economici – e politici – dei poteri forti: «La creazione e l'adozione di organismi geneticamente modificati sono i passi più recenti di questo sviluppo storico dell'agricoltura industriale a uso intensivo di capitale. La Monsanto ha creato la varietà di soia Roundup Ready, resistente agli erbicidi, così gli agricoltori potranno usare il suo potente erbicida, il Roundup, acquistando contemporaneamente i semi della stessa Monsanto. Gli agricoltori accettano il costo della nuova varietà e del

⁴⁵¹ R. Lewontin, *Il sogno del genoma umano*, cit., p. 128.

suo partner chimico perché l'uso di un erbicida generico così potente riduce il numero dei trattamenti con gli erbicidi o dei passaggi delle macchine per la lavorazione dei campi, dando loro la libertà di trascorrere le ore nello stabilimento di montaggio delle automobili, come hanno bisogno di fare per continuare l'attività agricola. L'agricoltore non può fuggire in alcun modo dall'ingegneria, che sia meccanica, chimica, elettrica o genetica»⁴⁵². In definitiva, la dialettica capitalistica non sembra mutata: l'ideologia si presenta ancora una volta come la sovrastruttura posta a garanzia dei reali interessi economici.

⁴⁵² R. Lewontin, *Geni nel cibo!*, in id., *Il sogno del genoma umano*, cit., pp. 288 sg.

4.3 – Biotecnologie di controllo e società della sorveglianza.

Come si è visto, il codice genetico fa capo direttamente ad una concezione cibernetica della vita: «Dopo che Watson e Crick avevano parlato di “informazione genetica” insita nelle sequenze di acido nucleico del DNA, il concetto di informazione (sia pure metaforico) ha assunto per la biologia molecolare una centralità pari a quella assunta dalla definizione più tecnica di informazione per la cibernetica»⁴⁵³. Ora, la cibernetica contiene già in sé il concetto di controllo. Più precisamente essa rinvia all’idea di controllare l’informazione, o meglio controllare le macchine attraverso l’informazione. Tuttavia, proprio in quanto si tratta di governare macchine, il senso che tale informazione dovrebbe veicolare era sostanzialmente estraneo alla cibernetica. Ciò che invece non si può dire per l’informazione genetica: una mutazione all’interno di una singola coppia del codice genetico non farebbe nessuna differenza nella prospettiva della teoria dell’informazione di Shannon, ma per un organismo una tale mutazione potrebbe significare la differenza tra la vita e la morte. «Con questo slittamento del senso di *informazione*, cominciamo a capire meglio la fusione tra *informazione* e *istruzione*, diventata così palese dopo Watson e Crick, e dimostratasi così

⁴⁵³ E. Fox Keller, *Vita, scienza & cyberscienza*, cit., p. 99.

stranamente produttiva nella letteratura della biologia molecolare. Se il codice genetico è un messaggio, è di tipo particolare: è un ordine»⁴⁵⁴. Come afferma Schrödinger, il codice genetico è «contemporaneamente [...] codice di leggi e potere esecutivo»⁴⁵⁵.

Ora, se questo è il terreno di incontro tra biologia e cibernetica – la cui fusione potrebbe pure prestarsi a definire ciò che è la biotecnologia – si tratta di enucleare quali sono le possibilità che per questa via vengono aperte al controllo politico – e biopolitico.

In primo luogo, va sottolineato che lo stesso controllo dell'informazione, reso possibile dalle tecnologie della comunicazione, apre nuovi spazi di controllo sociale per una politica che spinge fortemente in direzione di una “società della sorveglianza”, come è stata definita da Lyon⁴⁵⁶. Soprattutto in seguito agli attentati dell'11 settembre 2001, si è innescato un processo di intensificazione della sorveglianza volto a prevenire nuovi attentati terroristici e ad identificare possibili sospetti, in una spirale che si fonda in gran parte sul panico e che spinge ad abbandonare atteggiamenti garantisti, o meglio a ridurre le libertà personali in favore di una maggiore sicurezza. La biopolitica, anche qui, agisce prendendo la vita sotto

⁴⁵⁴ *Ibid.*, p. 100.

⁴⁵⁵ E. Schrödinger, *What is Life?*, Cambridge University Press, Cambridge 1944, p. 82, cit. in E. Fox Keller, *ibid.*

⁴⁵⁶ Cfr. D. Lyon, *La società sorvegliata. Tecnologie di controllo della vita quotidiana*, tr. it. A. Zanini, Feltrinelli, Milano 2002.

custodia, salvaguardando cioè la vita ed imprigionandola ad un tempo in una società della sorveglianza che pone tutti nella categoria dei “sospetti”. Le principali tecnologie adoperate nella “guerra al terrorismo” si avvalgono in primo luogo dei cosiddetti *database* relazionali, del *data mining* e in generale di quelle pratiche legate all’*e-commerce* e alla pubblicità in rete sfruttate dalle grandi aziende per il monitoraggio delle categorie, il *profiling* dei consumatori, le indagini di mercato e così via.

Come ha sottolineato Lawrence Lessing⁴⁵⁷, il cyberspazio – ovvero internet – è governato da codici propri e da leggi proprie che intrinsecamente favoriscono gli interessi dei creatori attraverso protocolli e configurazioni: «Il potere è presente nella stessa costituzione di Internet – e nei molti strumenti di Internet che costituiscono il mondo elettronicamente mediato delle relazioni sociali chiamato cyberspazio. Fra l’altro, questo significa che il software impiegato per selezionare comportamenti, preferenze e pratiche è in grado di operare in modi specifici»⁴⁵⁸.

Si assiste dunque ad una graduale fusione degli interessi economici legati ai sistemi informatici e degli interessi politici legati al controllo sociale in una sorveglianza generalizzata che si «trasforma

⁴⁵⁷ Cfr. L. Lessing, *Code and Other Laws of Cyberspace*, Basic Books, New York 1999.

⁴⁵⁸ D. Lyon, *Massima sicurezza. Sorveglianza e “guerra al terrorismo”*, tr. it. E. Greblo, Raffaello Cortina, Milano 2005, p. 104.

in una forma di “discriminazione sociale” che classifica le persone in base a criteri dettati dagli organismi preposti alla sorveglianza. Il problema decisivo è allora sapere chi sia ad attuare questa forma di codificazione – e non solo nella sfera dei consumi [...]»⁴⁵⁹. Il punto decisivo è che, se «le forme originarie di sorveglianza servivano solo a raccogliere dati specifici e tenevano sotto osservazione soltanto particolari attività [oggi] si ritiene che, gradualmente, tutto il monitoraggio produrrà *searchable records*»⁴⁶⁰.

Tali pratiche di sorveglianza, se non sono comunque in grado di garantire la sicurezza, come si pretenderebbe quando si invocano nuove misure e nuove tecnologie, pure sembrano assicurare a chi detiene il potere un controllo pressoché assoluto e costante sull'intero spettro della società: «fate attenzione ai sistemi di sorveglianza ad alto contenuto tecnologico, perché non possono realizzare ciò che i loro sostenitori affermano, ma possono ridurre sin troppo facilmente libertà civili preziose e faticosamente conquistate»⁴⁶¹.

Anche qui non mancano istanze di natura prettamente economica. L'interesse delle multinazionali sembra coincidere su questo punto con l'interesse dello Stato, laddove la diffusione delle tecnologie, promossa con forza dalle aziende produttrici, trova nello Stato

⁴⁵⁹ *Ibid.*, p. 106.

⁴⁶⁰ *Ibid.*, p. 104.

⁴⁶¹ *Ibid.*, p. XIX.

l'acquirente più interessato e più remunerativo. Ma l'incontro tra corporazioni e potere statale avviene anche su un altro livello, poiché il biopotere si dota di una capacità di controllo pervasiva e diffusa, attraverso la rete del mercato, e può agire «mediante l'integrazione dei sistemi, e non necessariamente mediante la centralizzazione. Tendenze totalitarie di questo genere sono presenti in tutti i sistemi di sorveglianza burocraticamente avanzati. Nel XX secolo, tuttavia, il ricordo del fascismo e del nazismo era forte abbastanza da garantire che le società democratiche si guardassero da quei pericoli. La combinazione di ricordi che sfumano e di strumenti di sorveglianza, per di più confusi dallo spirito di una *hybris high-tech* che attrae irresistibilmente tutti coloro che desiderano allinearsi al "progresso", fa in modo che, alla svolta del secolo, questi rischi appaiano meno tangibili»⁴⁶². Col risultato che il biopotere, decentralizzato e diffuso, ancorché non abbia più alcun bisogno della coercizione e della sorveglianza fisica, si iscrive nel cuore stesso della quotidianità, nel corpo, per così dire, diffuso in rete, virtualizzato nel senso di aperto e reso disponibile alla «volontà di sapere» della cibernetica del controllo sociale. Se la parola d'ordine di Kevin Kelly, *out of control*, invitava ad una deregolamentazione e ad una logica del *laissez faire* fondata sulla biologia sistemica, ciò era dovuto alla possibilità di stringere

⁴⁶² *Ibid.*, p. 103.

ancor più fortemente i legacci del controllo proprio per mezzo di una tale deregolamentazione, secondo i precetti di una cibernetica che aveva mostrato quanto fosse controproducente il controllo dall'alto rispetto a quel controllo orizzontale e generalizzato tipico degli organismi, degli ecosistemi e, ovviamente, delle reti, tanto da giungere a stravolgere il senso dell'antico precetto taoista:

Il controllo intelligente appare come non controllo o libertà!

E per questa ragione è un controllo genuinamente intelligente.

Il controllo non intelligente appare come dominazione esterna.

E per questa ragione è davvero controllo non intelligente.

Il controllo intelligente esercita influenza senza averne l'apparenza.

Il controllo non intelligente cerca di influenzare facendo spettacolo di forza.⁴⁶³

È evidente che per Kelly si tratta di guadagnare un controllo fondato sull'«addomesticamento dell'informazione», il «terzo regime della rivoluzione del controllo», sul quale si era avuto già modo di soffermarsi a proposito della biocibernetica.

In questo terzo regime di controllo, le biotecnologie rientrano a pieno titolo come elemento di presa diretta della biopolitica e della sorveglianza sul corpo. Le tecnologie della sorveglianza si basano sempre più su biotecnologie o quanto meno su tecnologie del corpo,

⁴⁶³ Lao Tzu, *Tao Te Ching*, cit. in K. Kelly, *op. cit.*, p. 133. Che si tratti di uno stravolgimento del senso originario appare evidente da una più generale lettura del taoismo, e dalla stessa biografia di Lao Tzu, il quale era sempre stato un anarchico, o meglio contrario alla vita politica e praticante la non-azione. Cfr., per un'introduzione, S. Canevaro (a cura di), *Tao*, cit., e la bibliografia essenziale ivi proposta.

basate sulla lettura del corpo, iscritte nel corpo, in permanenza, alla sua superficie, esattamente come un tempo valeva per quella tecnologia del potere sui corpi che era l'anima: la biometria, rispetto alla quale «siamo a fronte di un altro livello di codificazione, oltre le parole e i numeri, che pure non necessita di far riferimento alla memoria o di produrre card: essa fa del corpo una password»⁴⁶⁴.

È proprio la biocibernetica a costituire quel terreno fondamentale sul quale è possibile costruire il complesso della biopolitica post-industriale: «A seguito dell'aumentata potenza dei computer, diventa possibile soddisfare molte richieste precedentemente impensabili. Dal punto di vista degli studi sulla sorveglianza, appare sensato considerare determinate biotecnologie quali tecnologie dell'informazione». Ma se tale connessione appare legittima sul piano del possibile concorso di tecnologie diverse, quali appunto quelle dell'informazione che sfruttano le biotecnologie in qualità di *database*, «quando si scenda più nello specifico, nel caso dell'informazione genetica, ad esempio, le connessioni intersettoriali si fanno più strette. Nel settore genetico, infatti, le attività di decodifica, manipolazione e riprogrammazione sono cruciali»⁴⁶⁵.

⁴⁶⁴ D. Lyon, *La società sorvegliata*, cit., p. 102.

⁴⁶⁵ *Ibid.*, pp. 103 sg.

Attraverso la mappatura del genoma, oltre a fornire un *database* completo per la ricerca scientifica, si offre altresì la possibilità di aprire un nuovo campo a quella che Lyon chiama «biosorveglianza», fondata sul paradigma medico della prevenzione – qualcosa che, nel contesto della biopolitica ricorda molto da vicino il paradigma immunologico che sulla scorta di Roberto Esposito si era individuato alla scaturigine storico-filosofica della retorica biologica e biomedica di stampo nazista. Anche qui, mercato e *governance* appaiono strettamente intrecciati in una dialettica che, a tratti, si riveste di inquietanti prospettive biopolitiche, laddove, accanto alla compravendita di informazioni genetiche relative al *profiling* di potenziali target farmaceutici, si stabilisce la possibilità di una «discriminazione tra candidati a un posto di lavoro o tra clienti, basandosi su test o screening genetici». «Sulla base del codice genetico», dunque, «inclusione ed esclusione possono comportare serie conseguenze sociali e personali»⁴⁶⁶.

Dietro tutto ciò si profila l'emergere di quella riattivazione della *Weltanschauung* eugenetica denunciata da Lewontin, che pare costituire il paradigma di riferimento principale a fondamento della fusione tra biocibernetica e biotecnologie sotto l'occhio onnisciente –

⁴⁶⁶ *Ibid.*, p. 104.

nel senso letterale del termine – della sorveglianza biopolitica decentralizzata.

Se la conoscenza scientifica degli ultimi tempi, abbandonate le velleità di poter accedere ad una verità assoluta sull'oggetto preso in esame, si configura come uno «scenario pirandelliano, in cui parrebbe che X sia “così (se ci pare)”» ciò è dovuto al fatto che l'attenzione della scienza si è spostata appunto dalla ricerca di verità, alla ricerca di appigli di intervento sul reale, per cui «rappresentazione e intervento, sapere e fare appaiono intrinsecamente legati»: si tratta di conoscere un dato oggetto «in una maniera tale da poter essere modificato»⁴⁶⁷. Pertanto, si può individuare questa aspirazione all'intervento al cuore stesso della ricerca biotecnologica attuale. Ma, ancora, si tratta di vedere chi possano essere i soggetti ad avvantaggiarsi di un tale aumento di potere.

Nell'ottica di una società della sorveglianza, il controllo delle informazioni genetiche appare fortemente legato a quei poteri forti che possano assicurarsi politiche di inclusione e di esclusione a danno di determinate categorie, non solo o non più razziali o sociali, ma anche genetiche, con la possibilità, ad esempio, di estromettere dal *welfare state* quei soggetti a rischio che potrebbero vedersi negare

⁴⁶⁷ M. Bucci, F. Teresini, *Cellule e cittadini. Biotecnologie nello spazio pubblico*, Sironi, Milano 2006, p. 145

l'assicurazione sanitaria o il lavoro in nome di una definizione del "rischio" fondata sullo screening genetico.

Inoltre, il paradigma eugenetico appare agire ancor più in profondità nel tessuto sociale, laddove opera un tipo di sorveglianza genetica, ovvero di "biosorveglianza" che si iscriva nel corpo stesso delle persone, secondo una logica legata proprio a questo concetto di persona, in quanto implicitamente suggerisce una discriminazione ancora più profonda tra persona e non, fondata sulla retorica biologica di un potere che prende in custodia la vita attraverso l'arma bioingegneristica⁴⁶⁸.

A ben guardare, la politica della sorveglianza che si è individuata nell'utilizzo biopolitico delle biotecnologie, si iscrive in quel passaggio che già Deleuze e Guattari avevano tracciato nella storia del biopotere e che va dalla «macchina dispotica barbarica» alla «macchina capitalistica civilizzata»⁴⁶⁹. In quel passaggio si assiste proprio a quella diffusione del potere e del controllo che passa attraverso una virtualizzazione del codice legislativo per cui

il campo d'immanenza borghese, come è definito dalla congiunzione dei flussi decodificati, dalla negazione di ogni trascendenza o limite esterno, dall'effusione dell'antiproduzione nella produzione stessa, instaura una schiavitù senza precedenti: non c'è neppure padrone;

⁴⁶⁸ Su questo aspetto della biopolitica cfr. R. Esposito, *Terza persona. Politica della vita e filosofia dell'impersonale*, Einaudi, Torino 2007.

⁴⁶⁹ G. Deleuze, F. Guattari, *L'anti-Edipo. Capitalismo e schizofrenia*, tr. it. A. Fontana, Einaudi, Torino 1975, pp. 216-310.

solo degli schiavi, ora, comandano agli schiavi e non c'è più bisogno di caricare l'animale dall'esterno, dato che si carica da sé.⁴⁷⁰

Pertanto è proprio attraverso questa virtualizzazione del codice, attraverso la retorica rizomatica del capitale iscritta nella biopolitica della sorveglianza, che si dà quella diffusione e quella decentralizzazione – che è anche una capillarizzazione – del potere e del controllo, per cui ognuno diventa sorvegliante e sorvegliato, padrone e schiavo a un tempo.

E non è un caso che Foucault individuasse proprio nell'economia politica del liberalismo la prima formulazione teorica che abbia fornito nutrimento alla biopolitica:

[...] solo se si comprende che cos'è in gioco all'interno di quel regime che è il liberalismo e che si contrappone alla ragion di stato – o piuttosto la modifica fundamentalmente, ma forse senza rimetterne in questione i fondamenti –, solo dopo che avremo saputo in che cosa consiste propriamente il regime di governo chiamato liberalismo, potremo allora comprendere che cos'è la biopolitica.⁴⁷¹

Si tratta allora «di studiare il liberalismo come quadro generale della biopolitica»⁴⁷², in una nuova dimensione, però, in cui, attraverso la generalizzazione del codice informatico – ed in generale attraverso l'unificazione del segno – rischia di stringere l'uomo in una morsa

⁴⁷⁰ *Ibid.*, p. 289.

⁴⁷¹ M. Foucault, *Nascita della biopolitica. Corso al Collège de France (1978-1979)*, tr. it. M. Bertani, V. Zini, Feltrinelli, Milano 2007, p. 33.

⁴⁷² *Ibid.*

indefettibile ancorché – e tanto più perché – invisibile, iscritta nel codice stesso di un determinismo genetico.

È questo del resto il senso della lettura che dà Virilio di una tale fusione tra scienze biologiche e scienze dell'informazione, che vede nelle applicazioni biomediche della clonazione «*uno strumento di riparazione* su scala industriale, o addirittura [...] la formazione di un nuovo sottoproletariato, sfruttabile in caso di grande catastrofe nucleare (sempre possibile), o anche in caso di genocidio»; ovvero «tabula rasa, clima ideale, terra d'elezione offerti a una prospettiva scientifica che si dichiara decisamente schizofrenica e preconizza la virtualizzazione completa del vivente: "L'umanità essendo ciò che resta quando si è tolto all'uomo tutto ciò che si tocca e tutto ciò che si vede". [...] Prodezze degli innesti virtuali e delle nanomacchine, bioculture *in vitro* e *in vivo*, che già applicano all'organismo umano lo scambio standard dei pezzi di ricambio della meccanica; intercambiabilità di nuovi esseri transumani, e infine repressione definitiva del mal di vivere, poiché tramite una possibile sostituzione dei corpi clonati gli uomini potrebbero ancora nutrire *la speranza di sopravvivere pur avendo cessato di esistere*»⁴⁷³.

Ma a questo punto la trattazione è slittata necessariamente su un altro terreno, quello in qualche modo decisivo, poiché il terreno

⁴⁷³ P. Virilio, *La bomba informatica*, tr. it. G. Piana, Raffaello Cortina, Milano 2000, pp. 30-33.

decisivo sul quale si innescano tutte le istanze biopolitiche della biotecnologia non può che essere, per forza di cose, il corpo. Corpo biotecnologico. Corpo ipertecnologico. Cyborg o corpo virtuale. Comunque si vogliano nominare tali istanze, non è in fondo che «la solita vecchia storia in veste *high-tech*»⁴⁷⁴.

⁴⁷⁴ D. Lyon, *Massima sicurezza*, cit., p. 88.

4.4 – Il cyborg.

Il cyborg evoca immediatamente immagini e fantasie fantascientifiche, ballardiane, gibsoniane. Evoca robot o più sottilmente la fusione del corpo umano con la macchina. Evoca l'unione del metallo e della carne, dell'elettricità e del sangue, la mescolanza e la confusione semantica e fisica tipiche del sublime post-moderno. L'iscrizione della tecnologia in misura massiccia all'interno della macchina di carne e sangue che è l'uomo⁴⁷⁵. Come sempre, però, l'immaginario non fa che esplicitare l'implicito del reale, manifestare in forme visibili ciò che vi è di invisibile nei processi della realtà.

Preso alla lettera, "cyborg" non vuol dire nulla più che "organismo cibernetico". Il termine fu coniato, in ambito medico, da Manfred Clynes e Nathan Kline nel 1960⁴⁷⁶, per indicare un essere umano modificato artificialmente allo scopo di sopravvivere per

⁴⁷⁵ Sulla figura del cyborg nella fantascienza e nell'immaginario del '900 cfr. F. Giovannini, *Mostri. Protagonisti dell'immaginario del Novecento da Frankenstein a Godzilla, da Dracula ai cyborg*, Castelveccchi, Roma 1999; P. S. Warrick, *Il romanzo del futuro. Computer e robot nella narrativa di fantascienza*, tr. it. C. Portoghese, Dedalo, Bari 1984; G. Balestra, *Cultura cyborg*, in M. Cometa, *Dizionario degli studi culturali*, a cura di R. Coglitore, F. Mazzara, Meltemi, Roma 2004, pp. 146-150; A. Caronia, *Cyborg*, in A. Abruzzese, V. Giordano (a cura di), *Lessico della comunicazione*, Meltemi, Roma 2003, pp. 139-142; id., *Cyborg*, in A. Zanini, U. Fadini (a cura di), *Lessico postfordista. Dizionario di idee della mutazione*, Feltrinelli, Milano 2001, pp. 84-90; D. Dinello, *Technofobia! Science Fiction Visions of Postuman Technology*, University of Texas Press, Austin 2005; D. Spreen, *Cyborgs und andere Techno-Körper. Ein Essay im Grenzbereich von Bios und Techne*, Erster Deutscher Fantasy Club, Passau 1998.

⁴⁷⁶ M. E. Clynes, N. S. Kline, *Drugs, Space and Cybernetics. Evolution to Cyborgs*, in B. E. Flaherty (ed.), *Psychophysiological Aspects of Space Flight*, Columbia University Press, New York 1961, pp. 355-371. Cfr. anche id., *Cyborgs and Space*, in "Astronautics", American Rocket Society, New York, Settembre 1960, pp. 26 sg. e 74 sg., consultabile online su "Scribd" (<http://www.scribd.com/doc/2962194/Cyborgs-and-Space-Clynes-Kline>).

lunghi periodi nell'ambiente dello spazio extraterrestre e in vista dell'esplorazione di altri pianeti. Significativamente, più che alle protesi biomeccaniche, i due scienziati pensavano alla possibilità di iniettare sostanze chimiche, *drugs*, in grado di modificare la biochimica dell'organismo umano. In qualche modo, la scienza riesce sempre a giocare d'anticipo sulla fantascienza, per quanto la *fiction* tenti sempre un rilancio proponendo immagini le più avveniristiche ed incredibili possibili, riuscendo però solo a rendere manifesto ciò che nella scienza è *in nuce*, ma mai veramente a sorpassarla. Del resto, se l'immaginario collettivo sui cyborg è stato di fatto modellato sull'idea di un uomo bionico (un *Uomo da sei milioni di dollari*, come nella famosa serie televisiva degli anni '70, o la *Donna bionica* che ne faceva da contraltare), a poco a poco esso si è in qualche modo riavvicinato alla scienza in un doppio processo, per cui la scienza ha realizzato sempre più quell'immaginario, mentre la fantasia ha cominciato a proporre una visione sempre meno avveniristica, alleggerita dal metallo e dal meccanismo, fino a quel particolare tipo di cyborg, preconizzato dalla letteratura cyberpunk, che è il cowboy della rete, trasposizione letteraria *ante litteram* dello hacker, privo di qualunque protesi che non siano i fili che lo connettono e lo immergono nel *cyberspace*.

Il cyborg, allora, non esprime in fondo null'altro che quell'incontro, e quell'integrazione, tra l'organico e il tecnologico attuato nella biotecnologia, che avviene sul campo aperto del corpo.

Il corpo è un campo problematico. È un ente che, nei termini stessi in cui lo si pronuncia, non trova una sua collocazione ontologica e nomina di volta in volta un frammento ed un fraintendimento. Il corpo, che si identifica con l'uomo, il corpo che l'uomo è, pure si presta a tracciare la mappa della sua reificazione⁴⁷⁷.

Il corpo è un termine ambiguo, che probabilmente nomina più un'assenza, un campo vuoto, ancorché problematico, laddove pretende di nominare un oggetto. Il corpo è un fraintendimento, nomina un vuoto che però rinvia proprio a quell'ambivalenza insita nell'uomo, quell'ambivalenza per cui l'uomo si ritrova da un lato gettato nel mondo animale, e che d'altro canto lo mette in comunicazione con gli dei⁴⁷⁸. Il corpo allora si specifica come quel campo aperto, vuoto, desolato, se si vuole, sconfinato, nel quale si dice – e sul quale si decide – dell'uomo nella sua totalità, tanto quanto della sua reificazione; sul quale si attiva quella dialettica per cui l'uomo, nel suo dominio incontrastato sul globo, si scopre a un tempo dominato,

⁴⁷⁷ Per un'introduzione d'ampio respiro cfr. M. T. Catena, *Corpo*, Guida, Napoli 2006.

⁴⁷⁸ M. Scheler, *Über Scham und Schamgefühl*, in *Gesammelte Werke*, X, Francke, Bern 1957, p. 69: «l'uomo si sente e si sa nel profondo come un "ponte", come un "passaggio" (*Übergang*) fra due ordini d'essere e d'essenza, nei quali è ugualmente e fortemente radicato, e dai quali non può separarsi neppure un momento senza perdere il suo significato di "uomo"», cit. in V. Melchiorre, *La corporeità come simbolo*, in *Corpo e persona*, Marietti, Genova 1981, pp. 45 sgg.

reificato, iscritto nell'economia della «megamacchina». In altre parole, il corpo nomina sempre, e non può che nominare, i campi di potere che su di esso la biopolitica iscrive.

Baudrillard individua quattro modelli che agiscono sul corpo da quattro diverse angolature, quattro modelli che costituiscono altrettanti campi d'azione della biopolitica, delimitazioni e rilevamenti geometrici e geologici che sono confinamenti e costruzioni di sapere, progetti. Sono l'*animale*, referencia ideale per la religione, carne da redimere; il *cadavere*, modello per la medicina, oggetto di studio; il *robot* e il *mannequin*, modello per l'economia politica l'uno, per l'economia politica del segno l'altro⁴⁷⁹. Tali modelli, che corrispondono ad altrettanti snodi storici, ma che non si esauriscono in una storia ideale del corpo, sono campi di sapere che si collocano su uno spazio per così dire piano, si intersecano, compenetrandosi, piuttosto che escludendosi.

In *Simulacri e fantascienza*, poi, Baudrillard propone un'ulteriore categorizzazione, in cui connota tre ordini di simulacri – i simulacri costituendo, in qualche modo, il modello vuoto di un oggetto assente, ciò che nella riflessione patafisica dell'autore francese è in primo luogo il mondo, ma che nella presente prospettiva può ben essere

⁴⁷⁹ J. Baudrillard, *Lo scambio simbolico e la morte*, tr. it. G. Mancuso, Feltrinelli, Milano 2002, pp. 128 sg.

restituito dall'assenza del corpo. Tali ordini di simulacri sono i *simulacri naturali*, i *simulacri produttivi*, i *simulacri di simulazione*⁴⁸⁰: i primi si iscrivono nell'ordine della religione, e mirano all'istituzione di un mondo e di una natura a immagine di Dio; i secondi sono dell'ordine della produzione capitalistica, mirano all'espansione indefinita e si fondano su una indefinita liberazione di energia; i terzi si iscrivono nel gioco cibernetico e nel mondo dell'informazione.

Rispetto a tali categorie, è possibile far corrispondere tre ordinamenti del corpo che si sono susseguiti nella storia – ma che, anche qui, non coincidono con delle periodizzazioni – e che narrano di quella presa sul corpo della biopolitica e della sua retorica.

Il *corpo escluso*, in primo luogo, per il quale è da intendersi il modello principale della religione, ed in particolare delle religioni monoteiste, laddove l'esclusione avviene sul registro di quell'economia della divisione per cui si ha un mondo terreno, in cui regna la legge della carne, contrapposto a un mondo spirituale che s'innalza alla legge divina. È qui che s'innesca il dualismo tra anima e corpo, in luogo dell'ambivalenza simbolica che vedeva nel corpo il tramite tra il divino e l'animale, come è riscontrabile nel mondo antico

⁴⁸⁰ J. Baudrillard, *Simulacri e fantascienza*, in P. H. Dick, *I simulacri*, tr. it. M. Nati, Fanucci, Roma 1998, p. 259.

precedente la predicazione biblica⁴⁸¹. Il corpo escluso nomina l'esclusione dell'altro, l'esclusione della donna, l'esclusione e la normalizzazione dell'inconscio. Si tratta di un'esclusione che mira all'istituzione di una legge e che consegue da questa stessa istituzione. La donna, il mostro, il corpo: essi sono accomunati da questa esclusione, da questa repressione della natura in cui essi sono ricacciati e che mira al dominio⁴⁸².

È su questo terreno, del resto, che nasce quella particolare tecnica che è l'*ascesi*, da intendersi come esercizio e pratica di tale esclusione, la quale è a sua volta a fondamento di quelle moderne tecniche che, agendo sul corpo, si configurano sin da subito come pratiche di potere, gestione e razionalizzazione (reclusione, scolarizzazione, medicalizzazione), e per le quali Foucault parlava dell'anima come di una «prigione del corpo».

Il secondo ordine in questione – il secondo ordinamento – è rintracciabile nel *corpo reale* (*corp réel*), con cui si fa riferimento a

⁴⁸¹ Cfr. U. Galimberti, *Il corpo*, in *Opere*, vol. v, Feltrinelli, Milano 2002, in particolare il primo capitolo della prima parte: *Le comunità primitive e l'ambivalenza simbolica del corpo*, pp. 31 sgg.; cfr. anche, dello stesso autore, *Psiche e teche. L'uomo nell'età della tecnica*, in *Opere*, vol. XII, Feltrinelli, Milano 2002.

⁴⁸² Cfr. R. Braidotti, *Madri mostri e macchine*, tr. it. A.M. Crispino, Manifestolibri, Roma 2005, pp. 83 sgg. E in particolare, a p. 84: «l'associazione tra femminilità e mostruosità apre la strada a una definizione peggiorativa implicita nella logica binaria degli opposti che caratterizza l'ordine discorsivo fallologocentrico. Il mostruoso come polo negativo, il polo del "meno", è strutturalmente analogo al femminile, da che questo è assunto come "altro da" la norma in vigore, qualsiasi sia questa norma. L'effettivo contenuto preposizionale dei termini dell'opposizione è, a mio avviso, meno rilevante della sua logica». Sull'esclusione del corpo in relazione all'esclusione della donna e al dominio del patriarcato vi è un'ampia letteratura, in larga misura femminista. Molto interessante risulta R. Eisler, *Il calice e la spada. La presenza dell'elemento femminile nella storia da Maddalena a oggi*, tr. it. V. Mingiardi, Frassinelli, 2006. Cfr. anche S. Morace, *Origine donna. Dal matrismo al patriarcato*, Prospettiva, Roma 1997.

quella particolare visione del mondo che si fonda sul dualismo cartesiano e che ha come diretta conseguenza la reificazione del corpo, reso *corps-object*, oggetto funzionale alla prassi medica e scientifica, studiato, analizzato, razionalizzato e quindi iscritto nell'economia politica in quanto macchina, strumento tecnico da inserire nel computo delle operazioni produttive (meccanizzazione, militarizzazione, industrializzazione)⁴⁸³.

Come tale il corpo reale affonda le sue radici nello stesso *humus* del corpo escluso, ed ivi trova le sue ragioni. Il dualismo che sottende alla scienza moderna e che trova in Descartes la sua espressione è lo stesso che si ritrova all'origine dell'esclusione del corpo: ed anzi è proprio su questa esclusione che si può innestare la sua reificazione. Il corpo reale, frutto di una tecnica di separazione, frutto, se si vuole, dell'esclusione ascetica, si offre come fondo disponibile all'intervento razionale e si iscrive nell'economia dei segni, preparando il terreno alla manipolazione tecnologica. Deprivato dell'anima, esso diviene *cadavere*, «limite ideale del corpo, [...] che produce e riproduce la

⁴⁸³ M. Foucault, *Sorvegliare e punire*, cit., in particolare pp. 147-185. Cfr. anche F. Cardini, *Quell'antica festa crudele*, Mondadori, Milano 1995, cap. x: "Controllare, delimitare, umanizzare", sugli eserciti d'età moderna, ed in particolare i riferimenti all'esercito macchina, vera ossessione di Federico II di Prussia (di cui tratta anche Foucault). Molto interessante è anche ripercorrere lo sviluppo teorico relativo all'arte bellica: si veda ad esempio il caracollo, o il «duello-carosello» che ebbero un successo – puramente teorico – tra Sei e Settecento; o ancora la teorizzazione di Giusto di Lipsia di un'«iterata ripetizione di determinati movimenti fino al raggiungimento dell'esattezza millimetrica e dell'automatismo meccanico del gesto» (*Ivi*, p. 390).

medicina nel suo pieno esercizio, sotto il segno della preservazione della vita»⁴⁸⁴.

Il terzo ordine è il *corpo tecnologico* – il cyborg – per certi versi già presente nei primi due, o meglio ad essi correlato, intersecato, in parte sovrapposto. Esso si iscrive in quel terzo ordine di simulacri che Baudrillard ha definito di «simulazione», che si fondano sull'informazione e sul gioco cibernetico, in uno spazio di «operazionalità totale, iperrealità, progetto di controllo totale»⁴⁸⁵.

In questo contesto il corpo, ancorché reificato, diviene un che di virtuale, aperto al registro della comunicazione e dell'in-formazione. Svanisce, per così dire, per farsi oggetto puro. Pura virtualità, riserva disponibile per il gioco della simulazione.

Dietro questi modelli si scorge in definitiva la storia di un tentativo di appropriazione dei corpi, e l'iscrizione di questi in quell'economia politica del segno fondata sulla dicotomia tra l'anima e il corpo. Al di sotto di tali modelli, infatti, si intravede il corpo come *antioggetto*⁴⁸⁶ che, sfuggendo ad ogni razionalizzazione, dice di sé come quell'apertura originaria sul mondo che è a un tempo il fondo oscuro dal quale proveniamo. “Inconscio”, “follia”, “desiderio”, “sensualità”, non sono che i nomi via via usati nel tentativo di

⁴⁸⁴ J. Baudrillard, *Lo scambio simbolico e la morte*, cit., p. 128.

⁴⁸⁵ J. Baudrillard, *Simulacri e fantascienza*, cit., p. 259.

⁴⁸⁶ J. Baudrillard, *Lo scambio simbolico e la morte*, cit., pp. 129 sgg.

razionalizzare, definire, isolare questo ente che rimane però assolutamente estraneo ad ogni catalogazione. Tale ente è ciò che può essere designato come *corpo proprio*⁴⁸⁷, ciò che necessariamente deve mantenere un carattere apparentemente vuoto, in quanto necessariamente non definito.

Si può pertanto dire che un filo lega la condanna biblica della carne a quella redenzione secolarizzata cui si perviene con la chirurgia plastica, a questo corpo perfetto sempre più privo di natura e sempre più carico di immagine, un involucro da modellare a piacimento, o il più delle volte in base alle leggi della ripresa televisiva. È quel filo che si è visto svilupparsi nell'afflato mistico che percorre sotterraneamente la metafisica della realtà virtuale, per cui Roberto Marchesini può affermare che «i tecnofili molto spesso sognano la liberazione dal corpo come una vera e propria ascesi per la mente e, così facendo, non si accorgono di rispolverare in toto il credo di Cartesio»⁴⁸⁸ (laconico quanto incisivo sunto del percorso che in questa sede si è tentato di rintracciare).

Ma se nell'Antico Testamento si trattava di rispondere alla legge di Dio o di perire nella legge della carne fuori di Israele, oggi, venuta a mancare l'istanza trascendente di una legge superiore, non si può

⁴⁸⁷ Cfr. in particolare M. Merleau-Ponty, *Fenomenologia della percezione*, tr. it. A. Bonomi, Bompiani, Milano 2003; ma il concetto, ovviamente, non si limita solo a questo testo, né al solo Merleau-Ponty, che lo mutua da Husserl.

⁴⁸⁸ R. Marchesini, *Post-human*, cit., p. 75.

che rispondere ad un principio interno al sistema: a quel principio razionale che è poi la “logica di mercato” ipostatizzata come legge necessaria e quindi vincolante più di qualunque dogma di fede. Puro automatismo che non conosce contraddizioni, poiché ogni contraddizione è già iscritta al suo interno, ingerita e incanalata nella produzione illimitata, che è poi la condizione necessaria per la riproduzione del sistema stesso.

Qui si danno le ultime tappe di quella genealogia che abbiamo cercato di tracciare. L’inganno della tecnologia, che sembra offrire al corpo una possibilità di salvezza, una via di fuga attraverso la liberazione illimitata delle energie represses, la realizzazione di sogni e desideri nell’appagamento pubblicitario, l’invasione disponibile di ogni bisogno, potrebbe far sgretolare anche quell’ultimo baluardo in cui il corpo aveva trovato rifugio: l’inconscio. Allora si darebbe lo scacco definitivo del corpo. Un’apocalisse silenziosa che rivelerebbe la verità di quell’entropia che ha nel primo fuoco la sua genesi e nella fredda simultaneità del virtuale la sua conclusione e il suo compimento. «Il corpo dell’uomo è [...] muto. Esso poteva parlare finché parlava la natura, e una serie di segrete, esoteriche corrispondenze rimandavano dall’una all’altro, e il ripetersi di riti raccontava ogni volta di nuovo il mito e permetteva di decifrare i segni che sul corpo si erano accumulati. Oggi la natura non esiste più,

si è frammentata in una serie di ecosistemi circoscritti, volta a volta minacciati e protetti, accerchiati e fatti emergere da un “ambiente” che della natura ha preso il posto, ma che è, lo sappiamo, completamente artificiale. Il corpo parlava anche per dire, a ogni nuova occasione, la lettera di una legge suprema che illuminava fatti e comportamenti altrimenti insensati. Ma questa legge è ormai desueta, la macchina che ne scriveva gli articoli è impazzita, e ha ucciso l’ultimo custode senza neppure dargli la soddisfazione di offrire il suo corpo come foglio su cui inciderli per l’ultima volta»⁴⁸⁹.

Così Caronia si esprime sul corpo. Nel linguaggio imperante delle tecnoscienze, al corpo umano non resta che dissolversi nel silenzio, stagliandosi ormai solo più come oggetto sullo sfondo di un ambiente ridisegnato dalla tecnologia.

E non è un caso che, ancora Marchesini, nel disegnare la bozza del suo progetto postumanistico prenda nettamente le distanze da certi atteggiamenti tecnofili, ancorché pure ritenga che tale progetto abbia da confrontarsi con quelle che sono le principali referenze della realizzazione delle espressioni dell’umanità, la “tecnosfera” insieme con la “teriosfera”, laddove, piuttosto, «autori come Stelarc, Hans Moravec, Pierre Lévy propongono l’ibridazione dell’uomo con i suoi prodotti culturali, ma non nel senso di una completa e autentica

⁴⁸⁹ A. Caronia, *Il cyborg. Saggio sull’uomo artificiale*, ShaKe, Milano 2001, p. 69.

apertura al mondo non-umano, bensì con l'intenzione di accentuare lo spessore del guscio protettivo [desiderando] liberarsi di tutto ciò che ritengono retaggio sconveniente e disdicevole del non-umano, e in particolare di quel passato stigmatizzato da Darwin con la metafora del "nonno babbuino"», il che denota che «c'è insomma una buona dose di sciovinismo nel progetto di abbandonare sotto forma di carcassa gran parte dei propri attributi organici per fondersi con la tecnologia»⁴⁹⁰, sciovinismo – o afflato mistico – che si connota come un iperumanismo rispetto al progetto postumano proposto dall'autore.

Emerge così un nodo fondamentale che è costituito dal triplice legame tra silenzio del corpo, manipolazione biotecnologica e fine dell'uomo (intesa nella doppia accezione dei due generi: teleologia dominante ed inevitabile che pone l'uomo alla fine di sé – *post-human*).

In una tale «intersezione tra umano e tecnologico emergono le linee di una civiltà di tipo tecno-biologico, e si intravede la formazione di una mente globale il cui funzionamento è ingovernabile da parte delle menti individuali, ma anche dall'associazione (politica) di menti collettive», rispetto a cui si scorge «non più la volontà, individuale od organizzata collettivamente, non più l'azione politica consapevole e finalizzata, ma il dispiegamento di automatismi

⁴⁹⁰ R. Marchesini, *Post-human*, cit., pp. 44 sg.

incorporati nel funzionamento complessivo dell'intelligenza combinata [che] potrebbe divenire l'elemento determinante della vita sociale»⁴⁹¹. Biopolitica diffusa, ipercapitalismo autoreferenziale, automatismo cibernetico. È questo probabilmente il risultato di quella virtualizzazione che, se era cominciata con la grammatica della tecnologia divina del verbo, trova nella retorica post-industriale dell'ipertesto il suo coronamento.

È su questo piano che l'autoreferenzialità della tecnoscienza⁴⁹² – che impone l'obbligo strutturale del progresso – si incontra con l'autoreferenzialità dell'economia – che impone l'obbligo strutturale del profitto – a sostanziare l'automatismo strutturale della biopolitica nella sua declinazione biotecnologica.

Sotto questo riguardo già Günther Anders aveva scritto pagine lucidissime, e per molti aspetti ancor oggi di un'attualità inusitata – e forse insuperata. Nella sua analisi egli sottolineava come la tecnologia abbia imposto al mondo dell'uomo la sua ferrea logica che si esplica nella legge della produzione: «*non solo ciò che si può fare si deve fare, ma anche ciò che si deve fare è ineluttabile*»⁴⁹³.

⁴⁹¹ F. Berardi (Bifo), *Introduzione*, in id. (a cura di), *Cibernauti. Tecnologia, comunicazione, democrazia*, Castelvechi, Roma 1996, pp. 6 sg.

⁴⁹² Cfr. su questo aspetto le considerazioni svolte in H. Jonas, *Tecnica, medicina ed etica. Prassi del principio responsabilità*, tr. it. a cura di P. Becchi, Einaudi, Torino 1997, pp. 15 sgg.

⁴⁹³ G. Anders, *L'uomo è antiquato. Sulla distruzione della vita nell'epoca della terza rivoluzione industriale*, tr. it. M. A. Mori, Bollati Boringhieri, Torino 1992, p. 11.

Questa legge ineluttabile ci pone evidentemente di fronte ad una questione del tutto nuova. Con il progredire delle biotecnologie si apre la possibilità di «*produrre l'inumano*, attraverso la produzione di esseri che sarebbero le “*immagini perfette*”, - copie di *tipi desiderabili per motivi politici, economici o tecnici*»⁴⁹⁴.

Ciò che conta, qui, non è tanto la produzione dell'inumano come scopo della tecnologia – con ciò si riproporrebbe ancora una domanda sulla natura dell'uomo che non può trovare risposta adeguata negli ambiti canonici: appunto Anders, poco prima, nota come sia, di fatto, già divenuta assurda la domanda circa la natura dell'uomo. Ora, posta l'assurdità di una tale domanda, resterebbe da interrogarsi circa la natura dell'umanità, che è a sua volta, evidentemente, una domanda assurda. Piuttosto, ciò che qui conta, è la motivazione di un tale produrre, orientato a fini politici, economici o tecnici.

La questione è prettamente etica, poiché sposta il fine dall'uomo alla logica dell'economia politica. Non solo; essa sposta l'asse ontologico dalla materia all'idea: «noi non viviamo nell'era del materialismo, come lamentano tutti i filistei, ma nella seconda era platonica»⁴⁹⁵.

⁴⁹⁴ *Ibid.*, p. 18.

⁴⁹⁵ *Ibid.*, p. 30.

È qui che si dà lo scacco al corpo, che si vorrebbe liberato attraverso la produzione capitalistica e l'appagamento pubblicitario, ma che in realtà è dissolto dietro la virtualità di una simile logica capitalistica.

Tale dissolvenza del corpo si mostra chiaramente nella «condizione eremitica del consumatore (per esempio di televisione)», cui corrisponde la «condizione eremitica degli odierni lavoratori (dell'automazione)»⁴⁹⁶.

La dissolutezza della società pubblicitaria, se da un lato pare in contrasto con una tale condizione eremitica, d'altro canto non è che una desessualizzazione dei corpi ed una loro sublimazione⁴⁹⁷, non dissimile, in linea di principio, dal rapimento estatico. Lo stesso fine ultimo della tecnica, a ben guardare, si sposa perfettamente con un'aspirazione di matrice religiosa, che è la stessa, in definitiva, che muoveva internamente la logica dualista del primo yahvismo, tanto quanto la logica intrinseca della scienza⁴⁹⁸. Scrive Anders: «*Il tentativo di mediazione della tecnica sta nel rendere superflua la mediazione*. Tale obiettivo è noto sotto il nome di “comfort”. Ma questo termine nasconde il vero obiettivo finale. Infatti, in ultima

⁴⁹⁶ *Ibid.*, pp. 86 sg.

⁴⁹⁷ Cfr., a questo proposito, M. Foucault, *La volontà di sapere*, cit.

⁴⁹⁸ Sul narcisismo implicito nella struttura metafisica della realtà virtuale cfr. quanto scrive D. Gale, *Cowboys in paradiso. Nuova speranza per uomini malinconici*, in F. Berardi (Bifo) (a cura di), *Cibernauti*, cit., pp. 11-26.

istanza, noi sogniamo di ripristinare l'immediatezza che abbiamo perduto con la cacciata dal giardino dell'Eden; insomma di riconquistare la condizione paradisiaca.»⁴⁹⁹

Questo paese di Cuccagna, come lo chiama Anders, che è il sogno della tecnica, questo invadente comfort che sembra viziare e sollecitare i più bassi istinti non è, in definitiva, che il sogno di liberazione dal desiderio, il sogno di un paradiso liberato dal bisogno – liberato, in buona sostanza, dal corpo stesso.

Da un punto di vista biopolitico, questo spostamento dell'asse ontologico, genera due cambiamenti epocali: in primo luogo, attraverso la condizione eremitica dell'individuo, si dà vita ad una massa isolata, una massa cioè, di individui isolati – una massa disinnescata. E, in secondo luogo, si dà, quindi, la possibilità di un totalitarismo morbido che di tale massificazione si nutre: «È noto che ci sono prigionieri [...] ai quali si possono lasciare aperte le porte delle celle, tanto si sa che essi, abituati alle quattro mura, non faranno alcun tentativo di evadere o che, se dovessero fuggire, resterebbero prigionieri persino fuori: che insomma non riuscirebbero a liberarsi *della cella, in quanto mentalità di cella*, neanche in futuro. Non altrimenti che questi prigionieri, anche gli odierni consumatori eremitici si possono lasciare in libertà, tanto si sa che anche lì non

⁴⁹⁹ G. Anders, *op. cit.*, p. 313.

smetteranno di comportarsi come eremiti; e che continueranno persino a comportarsi come tali se [...] si troveranno costipati tutti insieme. Ormai del tutto livellati – dunque, esseri di massa – è poco probabile che si concentreranno per formare una massa. Mai il pericolo di un’azione rivoluzionaria di massa è tanto minimo quanto nello stadio della più alta industrializzazione, nel quale ognuno viene ridotto a essere massificato attraverso la manipolazione dei mezzi di massa»⁵⁰⁰.

È questo il risultato di quel graduale affinamento delle tecniche di potere, analizzato da Deleuze, che si è già avuto modo di prendere in considerazione.

Si tratta di un automatismo e di una rizomatica del potere che affonda le radici nella logica innescata da quelle tecniche e da quegli esercizi in cui eccelsero i monaci medievali (l’ascesi) e che furono all’origine della prigione: «La cella – scrive Foucault – questa tecnica del monachesimo cristiano e che esisteva oramai solo nei paesi cattolici, diviene in questa società protestante lo strumento con cui si può ricostruire insieme l’*homo æconomicus* e la coscienza religiosa»⁵⁰¹.

E dunque, per riassumere e chiarire:

⁵⁰⁰ *Ibid.* p. 73.

⁵⁰¹ M. Foucault, *Sorvegliare e punire*, cit., p. 134.

1. Esclusione del corpo, nell'ascesi della cella, attraverso cui, come in una specie di alchimia, si ottiene l'anima per un effetto di raffinazione: «non più il corpo, col gioco rituale delle sofferenze eccessive e dei segni risplendenti nel rituale dei supplizi; lo spirito, invece, o piuttosto un gioco di rappresentazioni e di segni circolanti [...]. Non più il corpo, ma l'anima, diceva Mably. Ed è chiaro cosa dobbiamo intendere con questo termine: il correlativo di una tecnica di potere»⁵⁰². È ciò cui mira il monachesimo, in una sublimazione del corpo che offra l'anima all'economia divina. È ciò cui mirerà la prigione, per offrire l'anima del detenuto all'economia sociale.

2. Reificazione del corpo, corpo-macchina come presa diretta sul corpo, disciplina dell'*homo æconomicus*, che iscrive ogni dettaglio corporeo nella mistica del quotidiano onde trarne i mezzi della produzione capitalistica; economia politica che organizza e gestisce i corpi sin nell'intimo del gesto. Si tratta «da una parte di sottomissione e utilizzazione, dall'altra di funzionamento e spiegazione: corpo utile, corpo intelligibile. [...] L'*Uomo-macchina* di La Mettrie è insieme una riduzione materialistica dell'anima e una teoria generale dell'addestramento e al loro centro regna la nozione di “docilità” che congiunge al corpo analizzabile il corpo manipolabile»⁵⁰³.

⁵⁰² *Ibid.*, p. 110.

⁵⁰³ *Ibid.*, p. 148.

3. Tecnicizzazione del corpo, dapprima come effetto della tecnologizzazione massiccia dell'ambiente umano (industrializzazione), poi come diretta permeabilizzazione del corpo stesso a quest'ambiente (mediatizzazione). Non è necessario, in questo contesto, immaginare avveniristici panorami da fantascienza, in cui l'uomo e la macchina si siano fusi al punto da generare una nuova forma ibrida (per quanto simili immagini non siano del tutto infondate).

L'ibridazione dell'uomo, sotto questo aspetto, è già avvenuta. L'uomo è già un cyborg e non solo o non tanto per il sempre più massiccio apporto di protesi o elementi *hi-tech* sul corpo organico. Piuttosto, il corpo è tecnologizzato poiché è tecnologica l'interfaccia con la quale l'uomo si relaziona all'ambiente (divenuto, appunto, tecnologico esso stesso).

La spinta, il movimento, la direzione, sono le stesse. La tecnologia non fa che estrinsecare il *logos* di quella tecnica che già agiva nella cella monastica. «È la solita vecchia storia in forma *hi-tech*». È solo, piuttosto, una questione di affinamento.

Il corpo si staglia, in ogni caso, come massa opaca, irriducibile: «richiesto di essere docile fin nelle sue minime operazioni, il corpo si

oppone e mostra le condizioni di funzionamento proprie ad un organismo»⁵⁰⁴.

Altrove⁵⁰⁵, Foucault scriverà: «il mio corpo è il contrario di un'utopia, è ciò che non sarà mai sotto un altro cielo, è il luogo assoluto, il piccolo frammento di spazio col quale letteralmente faccio corpo». È contro questo luogo «a cui sono condannato senza appello», contro questo campo vuoto, simulacro, corpo senz'organi, che l'uomo produce mille utopie, mille tecniche intese a negare il corpo, cancellarlo, segregarlo, sublimarlo. E «forse la più ostinata, la più potente di queste utopie con le quali cancelliamo la triste topologia del corpo, ce la fornisce dal profondo della storia occidentale, il mito dell'anima»: «Essa è il mio corpo luminoso, purificato, virtuoso, agile, mobile, tiepido, fresco; è il mio corpo liscio, castrato, arrotondato come una bolla di sapone. Ecco: in virtù di tutte queste utopie il mio corpo è svanito. Svanito come una fiamma di candela quando ci soffiando sopra. L'anima, le tombe, i geni e le fate ne hanno fatto man bassa, l'hanno fatto scomparire in un batter d'occhio, ne hanno cancellato la pesantezza, la bruttezza, e me l'hanno restituito splendido e perpetuo.»

⁵⁰⁴ *Ibid.*, p. 170.

⁵⁰⁵ M. Foucault, *Utopie. Eterotopie*, tr. it. a cura di A. Moscati, Cronopio, Napoli 2006, p. 31 sgg.

E tuttavia, «a dire il vero [...], il mio corpo non si fa ridurre così facilmente».

D'altro canto, a dispetto di questa irriducibilità del corpo, della materia – e contro di essa – la tecnologia sembra operare una trasfigurazione della carne, alchimia cibernetica che trasmuta la materia vile in eterica sostanza. «Nowadays – dice Rodotà – the body is the focus of almost obsessive attention; it is broken down and then reassembled, regarded from different viewpoint, re-designed, expanded in its physical and social functions, *turned into an abstract password as well as into the subject of unrelenting surveillance* – a jumble of images that is disconcerting, but ultimately must be re-unified. The *homme machine* concept is back, and it goes hand in hand with the concept of body as *nanomachine*»⁵⁰⁶.

In questo corpo «mutato in un'astratta password e soggetto ad una sorveglianza inesorabile», si vede bene il doppio registro su cui si

⁵⁰⁶ S. Rodotà, *Adventures of Human Bodies*, testo dell'intervento tenuto al workshop di *Ethics of human interaction with robotic bionic and AI systems. Concepts and policies*, Napoli, 17-18 ottobre 2006 (corsivo mio). Cfr. anche l'abstract pubblicato in *Ethics of Human Interaction with Robotic, Bionic, and AI Systems. Concepts and Policies. Workshop. Naples, October 17-18, 2006. Book of Abstracts*, Istituto italiano per gli studi filosofici, Napoli 2006, pp. 46 sg.: «The body is getting into focus, and it is becoming the place of a transition. A manipulated body is being created. Technology is working directly on it. Surveillance is no longer implemented from the outside, for instance by means of video surveillance. [...] We are confronted with changes that have to do with the anthropological features of individual. We are confronted with a stepwise progression: from being "scrutinised" by means of video surveillance and biometric technologies, individuals can be "modified" via the insertion of chips or "smart" tags in a context that is increasingly turning us into "networked persons" – persons who are permanently on the net, configured little by little in order to transmit and receive signals that allow tracking and profiling movements, habits, contacts, and thereby modify the meaning and contents of individuals' autonomy». Riflessioni simili sono espresse da Rodotà anche nell'edizione aggiornata di S. Rodotà, *Tecnopolitica*, cit.

muovono tali tecnologie: da un lato vi è il tentativo (più o meno cosciente, più o meno realizzabile) di riduzione del corpo, di idealizzazione e sublimazione della materia, di trasmutazione; dall'altro tale tentativo è strettamente collegato ad una sempre più sofisticata e sottile pratica di controllo – sia all'origine, come agente del progresso tecnologico, sia alla fine, come conseguenza più o meno collaterale e più o meno inevitabile⁵⁰⁷.

Il corpo viene dunque connesso, inserito in una rete, un network che nel suo stesso nome rivela un aspetto ambiguo, beffardo e infine inquietante, simile appunto a quella cappa weberiana che si rivela in ultima istanza come una gabbia di acciaio.

A ben guardare, si tratta di un processo doppio: da un lato, la smaterializzazione dell'uomo, la sua immissione nel virtuale, la sua sublimazione in una metafisica della rete; dall'altro, la tecnologia si fa sempre più organica, corporea, entra in diretto scambio con il fisico e si sostituisce ad esso, immettendo specularmente, con forza, il corpo nella rete tecnologica.

Questo declinarsi del corpo nella virtualità ha come correlativo l'estendersi dell'operazionalità cibernetica e l'informatizzazione del reale. L'operazionalità cibernetica informa il reale e sempre più

⁵⁰⁷ Cfr. a questo proposito P. Amodio (a cura di), *Etica, bioetica e diritto nell'età delle biotecnologie. Atti di una giornata di studio con Stefano Rodotà*, Partagées, Napoli 2005.

sostituisce la logica del vivente a quella dell'informazione. Rodotà ha ragione di preoccuparsi per quegli impianti elettronici (in primis gli *Rfid-chips*) che vengono impiantati direttamente nel corpo e che fungono da codice a barre virtuale, leggibili a distanza – quindi controllabili – e che stanno trovando già molte applicazioni, in special modo negli States, o di quegli impianti che consentono comandi a distanza – la cui applicazione in ambito medico è indiscutibilmente interessante. «Questi impianti – scrive Rodotà – pongono [...] delicatissimi problemi etici legati al fatto che così non solo viene modificato il corpo, ma soprattutto viene introdotta la possibilità di un condizionamento dei comportamenti attraverso comandi a distanza, determinando una dipendenza del soggetto, che diviene una persona in rete, controllata dall'esterno»⁵⁰⁸, o anche un «pacchetto di cereali», come commentava una bambina della scuola californiana in cui è stata sperimentata di recente l'applicazione delle “etichette intelligenti”⁵⁰⁹.

Tuttavia, tali applicazioni, tali sperimentazioni non precedono e non annunciano «quello che sta accadendo: una vera mutazione antropologica»⁵¹⁰, bensì ne conseguono e ne sono rese possibili. Al più, si può dire, esse rivelano una mutazione antropologica già avvenuta, e forse ne indicano la direzione. Il mutamento epocale, la

⁵⁰⁸ S. Rodotà, *Etica, bioetica e diritto nell'età delle biotecnologie*, in P. Amodio (a cura di), *op. cit.*, p. 33.

⁵⁰⁹ L'episodio, riportato da S. Rodotà è contenuto in *ibid.*, p. 175.

⁵¹⁰ *Ibid.*

mutazione antropologica – ed ontologica – è già avvenuta. Ancora una volta, il prete precede lo scienziato.

Si può senz'altro individuare tale mutamento, tale mutazione⁵¹¹, in un cambiamento e in un rivolgimento dell'asse ontologico avvenuto in seno alla scienza e al pensiero umano: la sostanziale equipollenza tra uomo e macchina, tra organico e artificiale. Di qui all'informazionalità totale il passo è breve: «l'“elaborazione dell'informazione” grazie al computer sta rapidamente diventando il punto principale della nostra cultura tecnologica»⁵¹².

In questo contesto, il corpo evidentemente diviene solo più un retaggio del passato, un'appendice insignificante e goffa. Il destino del corpo è forse quello di tramontare definitivamente, svanire nel virtuale, farsi pura informazione. Ma la sottrazione del corpo fa tutt'uno con la liquidazione del reale. Ritroviamo qui quell'esclusione del corpo e dell'altro, che quasi come un'accumulazione originaria, rende possibile l'immissione del reale in una logica normalizzatrice: «Col virtuale entriamo non solo nell'era della liquidazione del Reale e del Referenziale, ma in quella dello sterminio dell'Altro. È l'equivalente di una pulizia etnica che non riguarderebbe solo singole popolazioni, ma si accanirebbe contro tutte le forme di alterità. Quella

⁵¹¹ Cfr. F. Berardi (Bifo), *op. cit.*, p. 6: «perché di mutazione, si tratta, e non di mutamento, in quanto muta l'organismo cosciente medesimo, ed il rapporto tra mente umana ed ecosistema».

⁵¹² J. Rifkin, *op. cit.*, p. 295.

della morte, che si scongiura con l'accanimento terapeutico. Quella del volto e del corpo, che si perseguita con la chirurgia estetica. Quella del mondo, che si cancella con la Realtà Virtuale. Quella di ciascuno, che si abolirà un giorno con la clonazione delle cellule individuali. E semplicemente quella dell'altro, che si sta diluendo nella comunicazione perpetua»⁵¹³.

È evidente, allora, che qui non si tratta tanto di salvaguardare una qualche forma di “umanità”, che sia più o meno naturale. Una simile natura umana non è mai stata altro che un fraintendimento, nella migliore delle ipotesi⁵¹⁴. Piuttosto, «La minaccia tecnoinformatica è quella di una soppressione del buio, della preziosa differenza fra giorno e notte, mediante un'illuminazione totale di tutti gli istanti. Prima i messaggi sfumavano su scala planetaria, con la distanza. Oggi un'insolazione mortale e una profusione accecante ci minacciano, per il *feed-back* incessante di tutta l'informazione su tutti i punti del globo»⁵¹⁵.

⁵¹³ J. Baudrillard, *Il delitto perfetto*, tr. it. G. Piana, Raffaello Cortina, Milano 1996, p. 113

⁵¹⁴ Vale la pena ricordare a questo punto l'aforisma di Nietzsche sugli stoici: «volete voi vivere “secondo natura”? O nobili Stoici, quale impostura di parole! Immaginatevi un essere come la natura, dissipatrice senza misura, indifferente senza misura, senza propositi e riguardi, senza pietà e giustizia, feconda e squallida e al tempo stesso insicura, immaginatevi l'indifferenza stessa come potenza – come *potreste* vivere voi conformemente a questa indifferenza? Vivere – non è precisamente un voler essere diversi da quel che è natura? Vivere non è forse valutare, preferire, essere ingiusti, essere limitati, voler essere differenti? E posto che il vostro imperativo “vivere secondo natura” significhi, in fondo, lo stesso che “vivere secondo la vita” – come potreste voi *non* vivere così?» In conclusione, scrive Nietzsche, «il vostro orgoglio vuole prescrivere e incarnare nella natura, perfino nella natura, la vostra morale, il vostro ideale». (F. Nietzsche, *Al di là del bene e del male*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 1993, I, Af. 9, p. 13).

⁵¹⁵ J. Baudrillard, *Il delitto perfetto*, cit., pp. 58 sg.

In nome di una «realità compiuta», si persegue sistematicamente – e ciecamente – l’annientamento del vuoto, lo «sterminio dell’illusione», il che è «l’equivalente dell’entropia totale»⁵¹⁶. Se da un lato, dunque, la natura è imbrigliata nella logica della produzione capitalistica, «ridotta a un serbatoio di materia inerte e ad una pattumiera», per dirla con Latouche⁵¹⁷, in ragione del fatto di non essere «strutturata conformemente alle leggi di mercato» e quindi «può e deve essere saccheggiata e distrutta, per poi essere eventualmente ricostruita e prodotta dall’uomo conformemente a tali leggi»⁵¹⁸, d’altro canto, ricacciando sul versante della natura tutto ciò che non è prodotto secondo la logica positiva e fallologocentrica di quello che Baudrillard definisce *fallus exchange standard*, è proprio quest’entropia della realtà assoluta – e quindi la liquidazione della fondamentale alterità insita nell’illusione originaria del mondo – a mostrarsi in questa biotecnologia del reale. In altre parole, la chirurgia plastica, lungi dal ripugnare per una dissacrazione di un corpo che sacro non è mai stato, non è altro che il sintomo di quella che Baudrillard chiama «chirurgia dell’alterità»: «questa liquidazione dell’Altro si accompagna a una sintesi artificiale dell’alterità, a una

⁵¹⁶ *Ibid.*, p. 67.

⁵¹⁷ S. Latouche, *Il mondo ridotto a mercato*, tr. it. R. Magni e M. Pellegrino, Ed. Lavoro, Roma 2000, p. 99

⁵¹⁸ *Ibid.*, p. 100

chirurgia estetica radicale, di cui quella del volto e del corpo non è che il sintomo»⁵¹⁹.

Il corpo tecnologico, cyborg nel quale la chirurgia estetica non è che l'aspetto più appariscente, dice proprio di questa logica, di questa teleologia che sembra ispirare il percorso della ricerca umana, che nell'entropia della perfezione razionale sembra intravedere l'originaria promessa di redenzione dall'illusione del mondo. La perdita del corpo proprio, la perdita di sé, non è a questo punto che un aspetto, in qualche modo secondario, ed uno scotto minimo, che si accompagna alla liquidazione del mondo.

Si ritrovano così riuniti i due percorsi paralleli di una metafisica del platonismo «as a working product» e della virtualizzazione generalizzata della biotecnologia, che ricoprono il corpo come i binari sui quale corre la storia del nichilismo europeo, coincidente con una genealogia della biopolitica, una genealogia, in fondo, di quella morale che ha «protetto la vita dalla disperazione e dal salto nel nulla presso quegli uomini e quelle classi che sono stati violentati e oppressi da altri uomini»⁵²⁰. Del resto, «la *potenza* raggiunta dall'uomo consente oggi di *ridurre* i mezzi di disciplina, di cui l'interpretazione

⁵¹⁹ J. Baudrillard, *Il delitto perfetto*, cit., p. 119.

⁵²⁰ F. Nietzsche, *Il nichilismo europeo. Frammento di Lenzerheide*, tr. it. a cura di G. Campioni, Adelphi, Milano 2006, p. 15.

morale era il più forte»⁵²¹, preparando dunque il terreno a quella diffusione pervasiva della disciplina stessa che è propria dell'Europa – del mondo – a misura d'uomo, di quel mondo, di quella terra diventata piccola abbastanza perché ci possa saltellare l'ultimo uomo⁵²².

La biopolitica allora si connota proprio attraverso questo rimpicciolimento del mondo onde iscrivere il disciplinamento dell'uomo in quella pervasività automatizzata del biopotere, che rende superfluo, sempre più, l'uso della forza, così come già l'anima aveva reso superfluo e controproducente il ricorso alla punizione corporale.

In fondo, a voler guadagnare uno sguardo filosofico sulle biotecnologie, che si svincoli dal dibattito – sovente inficiato da faziosità e ipocrisie – di uno sterile e impersonale “si” televisivo, al di là di una catalogazione giuridica dei pericoli – che del resto la ricerca scientifica, in buona sostanza, è l'unica a poter stabilire con coerenza – è proprio su questo terreno che emergono le maggiori preoccupazioni etiche, posto che ci si voglia interrogare sul possibile senso che assume il percorso che l'uomo ha intrapreso nella sua dialettica con l'alterità macchinica. Allora «possiamo dire che la scienza ci inquieta per quel che ci promette quando procede in direzione del futuro sicura di sé, della sua verità, che essa interpreta

⁵²¹ *Ibid.*, p. 12.

⁵²² F. Nietzsche, *Così parlò Zarathustra. Un libro per tutti e per nessuno*, tr. it. M. Montinari, Adelphi, Milano 2000, p. 11.

come la verità, senza rendersi conto che solo se l'affermazione di quelle verità si accompagna al sospetto che esse possono essere dominate da un'ispirazione ideologica inavvertita, può restituire la scienza alla sua criticità. Quella criticità che è in grado di evitarle di precipitare nel baratro del nulla perché le suggerisce di astenersi dal promettere felicità e perfezione.

“La scienza non può convertirsi né in religione né in irreligione: quando lo fa prepara il terreno più propizio a far scattare la trappola del totalitarismo»⁵²³.

Quel totalitarismo d'acciaio d'una gabbia senza sbarre, abitata serenamente dall'ultimo uomo. In fondo la sfida che il rapporto tra biotecnologie e biopolitica getta sul terreno è tutta qui, nello stabilire «quali uomini si riveleranno allora i più forti»⁵²⁴.

Con le parole di Weber:

Nessuno sa ancora chi in futuro abiterà in quella gabbia e se, alla fine di questo enorme sviluppo, vi saranno profeti interamente nuovi o una potente rinascita di principii e di ideali antichi, *oppure* ancora – escludendo l'una e l'altra alternativa – una pietrificazione *cinese* (meccanizzata), adornata di una specie di convulso desiderio di sentirsi importante. Allora certo per gli «ultimi uomini» di questo sviluppo culturale potrebbe diventare verità il principio: «specialisti

⁵²³ G. Lissa, *L'eugenetica tra affermazione del bene e nichilismo*, in P. Amodio (a cura di), *op. cit.*, p. 44.

⁵²⁴ F. Nietzsche, *Il nichilismo europeo*, p. 15.

senza spirito, gaudenti senza cuore – questo nulla s’immagina di essere salito a un grado mai prima raggiunto di umanità»⁵²⁵.

⁵²⁵ M. Weber, *L'etica protestante*, cit., pp. 185 sg.

Bibliografia

Fonti e classici

- Alsted, J. H., *Encyclopedia*, Hebron 1630.
- Alsted, J. H., *Systema mnemonicum minus*, Frankfurt 1610.
- Anders, G., *L'uomo è antiquato. Sulla distruzione della vita nell'epoca della terza rivoluzione industriale*, tr. it. M. A. Mori, Bollati Boringhieri, Torino 1992.
- Arendt, H., *Vita activa*, tr. it. a cura di A. Del Lago, Bompiani, Milano 1989.
- Aristotele, *Etica nicomachea*, tr. it. C. Mazzarelli, Bompiani, Milano 2000.
- Aristotele, *Il cielo*, tr. it. A. Iori, Bompiani, Milano 2002.
- Beckmann, J., *Anleitung zur Technologie oder zur Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufakturen, vornehmlich derer, die mit der Landwirtschaft, Polizei und Cameralwissenschaft in nächster Verbindung stehn*, Verlag der Witwe Vandenhoeck, Göttingen 1777.
- Beckmann, J., *Entwurf der allgemeinen Technologie*, in *Vorrath kleiner Ammerkungen über Mancherley gelehrte Gegenstände*, III, Göttingen 1806.
- Beckmann, J., *Vorrath kleiner Ammerkungen über Mancherley gelehrte Gegenstände*, Göttingen 1806.
- Borges, J. L., *Altre inquisizioni*, in *Tutte le opere*, a cura di D. Porzio, A. Mondadori, Milano 1984.
- Clemente Alessandrino, *Pedagogo*, a cura di M. G. Bianco, UTET, Torino 1971.
- Darwin, C., *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*, tr. it. M. Magistretti, Giunti, Firenze 2002.
- Deleuze, G., *Differenza e ripetizione*, tr. it. G. Guglielmi, Raffaello Cortina, Milano 1997.
- Deleuze, G., F. Guattari, *L'anti-Edipo. Capitalismo e schizofrenia*, tr. it. A. Fontana, Einaudi, Torino 1975.
- Descartes, R., *Meditazioni metafisiche*, tr. it. L. Urbani Ulivi, Bompiani, Milano 2001.
- Dick, P. H., *I simulacri*, tr. it. M. Nati, Fanucci, Roma 1998.
- Diesel, E., *Das Phänomen der Technik. Zeugnisse, Deutung und Wirklichkeit*, Ph. Reclam Jun. Verlag – VDI-Verlag, Leipzig-Berlin 1939.
- Eschilo, *Prometeo incatenato*, in *Le tragedie*, a cura di M. Centanni, A. Mondadori, Milano 2007.

- Foucault, M., *Il corpo, luogo di utopia*, tr. it. G. Origgi, Nottetempo, Roma 2008.
- Foucault, M., *La volontà di sapere*, tr. it. P. Pasquino, G. Procacci, Feltrinelli, Milano 2004.
- Foucault, M., *Nascita della biopolitica. Corso al Collège de France (1978-1979)*, tr. it. M. Bertani, V. Zini, Feltrinelli, Milano 2007.
- Foucault, M., *Sorvegliare e punire. Nascita della prigione*, tr. it. A. Tarchetti, Einaudi, Torino 1993.
- Foucault, M., *Utopie. Eterotopie*, tr. it. a cura di A. Moscati, Cronopio, Napoli 2006.
- Galilei, G., *Opere*, a cura di F. Brunetti, A. Mondadori, Milano 2008.
- Gibson, W., *Neuromante*, tr. it. G. Cossato e S. Sandrelli, A. Mondadori, Milano 2003.
- Guattari, F., *Chaosmose*, Galilée, Paris 1992.
- Heidegger, M., *Concetti fondamentali della metafisica. Mondo – finitezza – solitudine*, tr. it. P. Coriando, Il Melangolo, Genova 1999.
- Heidegger, M., *Essere e tempo*, tr. it. P. Chiodi, Longanesi, Milano 1976.
- Heidegger, M., *Introduzione alla metafisica*, tr. it. G. Masi, Mursia, Milano 1990.
- Heidegger, M., *La questione della tecnica*, in *Saggi e discorsi*, tr. it. a cura di G. Vattimo, Mursia, Milano 1985.
- Heidegger, M., *Seminari di Zollikon*, ed. it. a cura di E. Mazzarella e A. Giugliano, Guida, Napoli 1991.
- Heidegger, M., *Tempo ed essere*, tr. it. E. Mazzarella, Guida, Napoli 1998.
- Husserl, E., *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale*, tr. it. E. Filippini, Il Saggiatore, Milano 2000.
- Husserl, E., *Meditazioni cartesiane*, tr. it. F. Costa, Bompiani, Milano 1994.
- Jünger, F. G., *Die Perfektion der Technik*, V. Klostermann, Frankfurt am Main 1946.
- Karmarsch, K., *Geschichte der Technologie. Seit der Mitte des achtzehnten Jarhunderts*, R. Oldenbourg, München 1872.
- Karmarsch, K., *Handbuch der mechanischen Technologie*, Helwing, Hannover 1851.
- Kjellen, R., *Grundriß zu einem System der Politik*, S. Hirzel, Leipzig 1920.
- Kjellen, R., *Staten som livsform. Politiska Handböcker*, H. Geber, Stockholm 1915.
- Kjellen, R., *Stormakterna. Konturer kring samtidens storpolitik*, H. Geber, Stockholm 1905.
- Kuhn, T. H., *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, tr. it. A. Carugo, Einaudi, Torino 1999.
- Lao Tzu, *Tao Te Ching*, a cura di L. Parinetto, La Vita Felice, Milano 1995.

- Leibniz, G. W., *Monadologie*, a cura di R. Zimmermann, Draumüller-Seidel, Wien 1847.
- Leibniz, G. W., *Scritti di logica*, ed. it. a cura di F. Barone, Zanichelli, Bologna 1968.
- Lenk, H., *Philosophie im Technologischen Zeitalter*, W. Kohlhammer, Stuttgart 1971.
- Marx, K., *Il Capitale*, a cura di E. Sbardella, Newton Compton, Roma 1996.
- Melisso, *Testimonianze e frammenti*, in G. Reale (a cura di), *I Presocratici. Prima traduzione integrale con testi originali a fronte delle testimonianze e dei frammenti nella raccolta di Herman Diels e Walther Kranz*, Bompiani, Milano 2006.
- Merleau-Ponty, M., *Fenomenologia della percezione*, tr. it. A. Bonomi, Bompiani, Milano 2003.
- Morin, E., *Introduzione a una politica dell'uomo*, tr. it. A. Perri, Meltemi, Roma 2000.
- Nietzsche, F., *Al di là del bene e del male*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 1993.
- Nietzsche, F., *Così parlò Zarathustra. Un libro per tutti e per nessuno*, tr. it. M. Montinari, Adelphi, Milano 2000.
- Nietzsche, F., *Crepuscolo degli idoli. Ovvero come si filosofa col martello*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 2002.
- Nietzsche, F., *Genealogia della morale. Uno scritto polemico*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 1993.
- Nietzsche, F., *Il nichilismo europeo. Frammento di Lenzerheide*, tr. it. a cura di G. Campioni, Adelphi, Milano 2006.
- Nietzsche, F., *La gaia scienza e idilli di Messina*, tr. it. F. Masini, Adelphi, Milano 1977.
- Nietzsche, F., *La volontà di potenza. Frammenti postumi ordinati da Peter Gast e Elisabeth Förster-Nietzsche*, ed. it. a cura di M. Ferraris e P. Kobau, Bompiani, Milano 1994-1995.
- Nietzsche, F., *Scritti su Wagner. Richard Wagner a Bayreuth, Il caso Wagner, Nietzsche contra Wagner*, tr. it. S. Giametta, F. Masini, Adelphi, Milano 2007.
- Parmenide, *Sulla natura. I frammenti e le testimonianze indirette*, a cura di G. Reale, Rusconi, Milano 1991.
- Pasteur, L., *Opere*, tr. it. O. Verona, UTET, Torino 1972.
- Phillips, E., *The new world of words*, a cura di J. Kersey, London 1706.
- Platone, *Tutti gli scritti*, a cura di G. Reale, Bompiani, Milano 2000.
- Popper, K., *Congetture e confutazioni*, tr. it. G. Pancaldi, Il Mulino, Bologna 1972.
- Ramo, P., *Scholae in liberales artes*, Basel 1569.
- Rathenau, W., *Zur Kritik der Zeit*, Berlin 1912.

- Reale, G. (a cura di), *I Presocratici. Prima traduzione integrale con testi originali a fronte delle testimonianze e dei frammenti nella raccolta di Herman Diels e Walther Kranz*, Bompiani, Milano 2006.
- Roberts, M., *Biopolitics. An Essay in the Phisiology, Pathology and Politics of the Social and Somatic Organism*, Dent, London 1938.
- Scheler, M., *Über Scham und Schamgefühl*, in *Gesammelte Werke*, X, Francke, Bern 1957.
- Seneca, Lucio Anneo, *Lettere a Lucilio*, in *Tutte le opere*, a cura di G. Reale, Bompiani, Milano 2000.
- Spengler, O., *Der Mensch und die Technik. Beitrag zu einer Philosophie des Lebens*, C. H. Beck'sche, München 1932.
- Starobinski, A., *La biopolitique. Essai d'interprétation de l'histoire de l'humanité et des civilisation*, Impr. des Arts, Genève 1960.
- Timpler, C., *Metaphysicae systema methodicum*, Frankfurt 1607. Cfr. U. G. Leinsle, *Das Ding und die Methode. Methodische Konstitution und Gegenstand der frühen Protestantischen Metphysik*, Maro Verlag, München 1985.
- Uexküll, J., *Staatsbiologie. Anatomie, Phisiologie, Pathologie des Staates*, a cura di R. Pechel, Deutsche Rundschau, Berlin 1920.
- Vico, G. B., *Le orazioni inaugurali. Il "De Italorum sapientia" e le polemiche*, a cura di G. Gentile e F. Nicolini, Laterza, Bari 1914.
- Vico, G. B., *Opere*, a cura di A. Battistini, A. Mondadori, Milano 1990.
- Weber, M., *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo*, in id., *Sociologia della religione*, I, ed. it. a cura di P. Rossi, Edizioni di Comunità, Torino 2002.
- Wiener, N., *Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*, J. Wiley & Sons, New York 1948.
- Wiener, N., *Dio & Golem s.p.a. Cibernetica e religione*, tr. it. F. Bedarida, Bollati Boringhieri, Torino 1991.
- Wiener, N., *Introduzione alla cibernetica. L'uso umano degli esseri umani*, tr. it. D. Persiani, Bollati Boringhieri, Torino 1966.
- Wiener, N., *Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft*, Athenaum Verlag, Frankfurt am Mein-Bonn 1964.
- Wolff, Ch., *Philosophia rationalis sive logica*, Frankfurt-Leipsig 1740.
- Zenone di Elea, *Testimonianze e frammenti*, in G. Reale (a cura di), *I Presocratici. Prima traduzione integrale con testi originali a fronte delle testimonianze e dei frammenti nella raccolta di Herman Diels e Walther Kranz*, Bompiani, Milano 2006.
- Zerbe, G., *The Archive for Genetic-Information examined in the Light of Cybernetic*, in «Zeitschrift für psychosomatische Medizin», 11, 1, 1965.
- Zschimmer, E., *Philosophie der Technik. Vom Sinn der Technik und Kritik des Unsinnns über Technik*, Jena 1914.

Riferimenti di carattere generale

- AA.VV., *The American Heritage Science Dictionary*, Houghton Mifflin, Boston 2005.
- Abbagnano, N., *Dizionario di filosofia*, UTET, Torino 1971.
- Abruzzese, A., V. Giordano (a cura di), *Lessico della comunicazione*, Meltemi, Roma 2003.
- Bynum, W. F., R. Porter (a cura di), *Companion Encyclopedia of the History of Medicine*, Routledge, London-New York 1993.
- Cometa, M., *Dizionario degli studi culturali*, a cura di R. Coglitore, F. Mazzara, Meltemi, Roma 2004.
- Di Luciano, A., G. Vattimo, M. Ferraris, D. Marconi (a cura di), *Enciclopedia Garzanti di filosofia*, Garzanti, Milano 1993.
- Fabietti, U., *Storia dell'antropologia*, Zanichelli, Bologna 2001.
- Fornero, G., S. Tassinari, *Le filosofie del Novecento*, B. Mondadori, Milano 2006.
- Gallino, L., *Dizionario di sociologia*, Utet, Torino 2006.
- Geymonat, L., *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano 1970-1973.
- Lock, S., J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.
- Lock, S., J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.
- Lovell Becker, E. (a cura di), *International Dictionary of Medicine and Biology*, J. Wiley & Sons, 1986.
- Merriam-Webster, *Dictionary of English Usage*, Merriam-Webster inc., Springfield, Mass. 1994.
- Nill, K., *Glossary of Biotechnology and Nanobiotechnology Terms*, CRC, Boca Raton-London-New York 2006.
- Reale, G., D. Antiseri, *Storia della filosofia dalle origini a oggi*, Bompiani, Milano 2008.
- Reeve, E. C. R., I. Black (a cura di), *Encyclopedia of Genetics*, Taylor & Francis, Oxford 2001.
- Ritter, J., K. Gründer, G. Gabriel (a cura di), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Schwabe Verlag, Basel 1971-2007.
- Vierkandt, A. (a cura di), *Handwörterbuch der Soziologie*, F. Enke, Stuttgart 1931.
- Wallace, R. A., A. Wolf, *La teoria sociologica contemporanea*, ed. it. a cura di M. Pisati, Il Mulino, Bologna 2000.
- Williams, H. S., *A History of Science. Modern Development of the Chemical and Biological Sciences*, Harper, New York 1904.
- Zingarelli, N., *Vocabolario della lingua italiana*, Zanichelli, Milano 2001.

Bibliografia generale

- AA. VV., *Bíos*, "Fata Morgana. Quadrimestrale di cinema e visioni", 0, 9-12/2006, Pellegrini, Cosenza 2006, p. 28.
- AA. VV., *Clonazione. Problemi etici e prospettive scientifiche*, supplemento a "Le Scienze", Milano 1997.
- AA. VV., *Ethics of Human Interaction with Robotic, Bionic, and AI Systems. Concepts and Policies. Workshop. Naples, October 17-18, 2006*. Book of Abstracts, Istituto italiano per gli studi filosofici, Napoli 2006.
- AA. VV., *Identità e statuto dell'embrione umano*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 1998.
- AA. VV., *L'idea di persona*, a cura di V. Melchiorre, Vita e Pensiero, Milano 1996.
- AA.VV., *Modernità e secolarizzazione*, Istituto Suor Orsola Benincasa, 1993.
- AA.VV., *Scienza e tecnica nelle letterature classiche*, atti delle Seste Giornate Filologiche Genovesi, 23-24 febbraio 1978, Istituto di filologia classica e medioevale, Genova 1980.
- AA.VV., *XXVI seminario sulla evoluzione biologica e i grandi problemi della biologia. Le biotecnologie*, Accademia nazionale dei Lincei, Roma 2000.
- Adleman, L., *Computing with DNA. The manipulation of DNA to solve mathematical problems is redefining what is meant by "computation"*, in "Scientific American", 279, 1998.
- Adleman, L., *Molecular Computation of Solutions to Combinatorial Problems*, in "Science", 266, 1994.
- Adleman, L., *On constructing a molecular computer*, in R. Lipton, E. Baum (a cura di), *DNA Based Computers*, DIMACS, American Mathematical Society, 1, 1996.
- Aldridge, S., *Il filo della vita. Storia dei geni e dell'ingegneria genetica*, tr. it. G. Sabato, Dedalo, Bari 1999.
- Allègre, C., *La sconfitta di Platone. La scienza del XX secolo*, tr. it. M. Martorelli, Editori Riuniti, Roma 1998.
- Amodio P., (a cura di), *Etica, bioetica e diritto nell'età delle biotecnologie. Atti di una giornata di studio con Stefano Rodotà*, Partagées, Napoli 2005.
- Amos, M., *Theoretical and Experimental DNA Computation*, Springer, Berlin-Heidelberg 2005.
- Aramini, M., *La procreazione assistita*, Edizioni Paoline, Milano 1999.
- Ashby, W. R., *Introduzione alla cibernetica*, tr. it. M. Nasti, Einaudi, Torino 1971.

- Atwood, T. K., *Paradigm of Proteom*, in "Science", 290, 2000.
- Bachelard, G., *La formazione dello spirito scientifico. Contributo a una psicoanalisi della conoscenza oggettiva*, ed. it. a cura di E. Castelli Gattinara, Raffaello Cortina, Milano 1995.
- Baier, K., N. Reschner (a cura di), *Values and the Future. The Impact of technological Change in American Values*, Free Press, New York-London 1969.
- Balbás, P., F. Bolívar, *Molecular Cloning by Plasmid Vectors*, in J. J. Green, V. B. Rao (a cura di), *Recombinant DNA Principles and Methodologies*, Dekker, New York 1998.
- Balestra, G., *Cultura cyborg*, in M. Cometa, *Dizionario degli studi culturali*, a cura di R. Coglitore, F. Mazzara, Meltemi, Roma 2004.
- Banfi, A., *Socrate*, Milano 1963.
- Barben, D., *Politische Ökonomie der Biotechnologie. Innovation und gesellschaftlicher Wandel im internationalen Vergleich*, Campus Verlag, Frankfurt-New York 2007.
- Barbieri, D., *Computer e intelligenza*, in "Alfabeta", 108, 1988.
- Barbieri, M. (a cura di), *Biosemiotics. Information, Codes, and Signs in Living Systems*, Nova, New York 2007.
- Barrai, I., *Introduzione alla genetica dei caratteri quantitativi*, Piccin, Padova 1980.
- Bass, T. A., *Gene Genie*, in "Wired", 8, 1995.
- Baudrillard, J., *Il delitto perfetto*, tr. it. G. Piana, Raffaello Cortina, Milano 1996.
- Baudrillard, J., *Lo scambio simbolico e la morte*, tr. it. G. Mancuso, Feltrinelli, Milano 2002.
- Baudrillard, J., *Simulacri e fantascienza*, in P. H. Dick, *I simulacri*, tr. it. M. Nati, Fanucci, Roma 1998.
- Bayerl, G., J. Beckmann (hrsg.), *Johann Beckmann (1739-1811). Beiträge zu Leben, Werk und Wirkung des Begründer der Allgemeinen Technologie*, Waxmann Verlag, Münster 1999.
- Bello, W., *Il futuro incerto. Globalizzazione e nuova resistenza*, tr. it. R. Patriarca, Baldini & Castoldi, Milano 2002.
- Berardi (Bifo), F. (a cura di), *Cibernauti. Tecnologia, comunicazione, democrazia*, Castelvechi, Roma 1996.
- Bernasconi, R., T. L. Lott, *The Idea of Race*, Hackett, Indianapolis 2000.
- Blank, R. H., S. M. Hines, *Biology and Political Science*, Routledge, London-New York 2001.
- Bloch, M., *Lavoro e tecnica nel Medioevo*, tr. it. di G. Procacci, Laterza, Roma-Bari 2001.
- Bortolotto, M., *Altra aurora*, in F. Nietzsche, *Scritti su Wagner. Richard Wagner a Bayreuth, Il caso Wagner, Nietzsche contra Wagner*, tr. it. S. Giametta, F. Masini, Adelphi, Milano 2007.

- Boulding, K. E., *The Interplay of Technology and Values*, in K. Baier, N. Reschner (a cura di), *Values and the Future. The Impact of technological Change in American Values*, Free Press, New York-London 1969.
- Boyer, P. D. (a cura di), *The Enzymes*, Academic Press, New York 1970.
- Bozzato, G., *Quando inizia ad esistere l'individuo umano?*, in "Medicina e Morale", 1, 1999.
- Braidotti, R., *Madri mostri e macchine*, tr. it. A.M. Crispino, Manifestolibri, Roma 2005.
- Bucchi, M., F. Teresini, *Cellule e cittadini. Biotecnologie nello spazio pubblico*, Sironi, Milano 2006.
- Bud, R., *The Uses of Life. A History of Biotechnology*, Cambridge University Press, London 1993.
- Buiatti, M., *Le biotecnologie*, Il Mulino, Bologna 2004.
- Bulmer, M. G., *Francis Galton. Pioneer of Heredity and Biometry*, JHU Press, Baltimore 2003.
- Cacciatore, G. (a cura di), *La filosofia pratica tra metafisica e antropologia dell'età di Wolff e Vico*. Atti del convegno internazionale, Napoli, 2-5 aprile 1997, Guida, Napoli 1999.
- Caillé, A., A. Salsano (a cura di), *Quale «altra mondializzazione»?* , Bollati Boringhieri, Torino 2004.
- Callieri, B., *L'etica della ricerca. Considerazioni di uno psichiatra*, in A. Lobato (a cura di), *Etica e società contemporanea*, Atti del III congresso internazionale della SITA, Pontificia Accademia di S. Tommaso, ed. Vaticana 1992.
- Cambiano, G., *I rapporti tra episteme e techne nel pensiero platonico*, in AA.VV., *Scienza e tecnica nelle letterature classiche*, atti delle Seste Giornate Filologiche Genovesi, 23-24 febbraio 1978, Istituto di filologia classica e medioevale, Genova 1980.
- Cambiano, G., *Platone e le tecniche*, Laterza, Roma-Bari 1991.
- Canevaro, S. (a cura di), *Tao. La legge universale della natura*, Rusconi, Rimini 2006.
- Caplan, A. L., *The Concept of Health, Illness, and Disease*, in W. F. Bynum, R. Porter (a cura di), *Companion Encyclopedia of the History of Medicine*, Routledge, London-New York 1993.
- Cappelletti, V., *La storia della scienza come dialettica dei paradigmi*, in AA.VV., *Modernità e secolarizzazione*, Istituto Suor Orsola Benincasa, 1993.
- Capra, F., *Il punto di svolta. Scienza, società e cultura emergente*, tr. it. L. Sosio, Feltrinelli, Milano 2007.
- Cardini, F., *Quell'antica festa crudele*, Mondadori, Milano 1995.
- Caronia, A., *Cyborg*, in A. Abruzzese, V. Giordano (a cura di), *Lessico della comunicazione*, Meltemi, Roma 2003.

- Caronia, A., *Cyborg*, in A. Zanini, U. Fadini (a cura di), *Lessico postfordista. Dizionario di idee della mutazione*, Feltrinelli, Milano 2001.
- Caronia, A., *Il cyborg. Saggio sull'uomo artificiale*, ShaKe, Milano 2001.
- Castora, F. J., *Enzymology of Recombinant DNA*, in J. J. Green, V. B. Rao (a cura di), *Recombinant DNA Principles and Methodologies*, Dekker, New York 1998.
- Catena, M. T., *Corpo*, Guida, Napoli 2006.
- Cavaciuti, S., *Della coscienza morale in rapporto alla corporeità*, in A. Lobato (a cura di), *Etica e società contemporanea*, Atti del III congresso internazionale della SITA, Pontificia Accademia di S. Tommaso, ed. Vaticana 1992.
- Cera, A., *Sulla questione di una filosofia della tecnica*, in N. Russo (a cura di), *L'uomo e le macchine. Per un'antropologia della tecnica*, Guida, Napoli 2007.
- Cipolla, C. M., *Clocks and Culture. 1300-1700*, Collins, London 1967.
- Clynes, M. E., N. S. Kline, *Cyborgs and Space*, in "Astronautics", American Rocket Society, New York, Settembre 1960.
- Clynes, M. E., N. S. Kline, *Drugs, Space and Cybernetics. Evolution to Cyborgs*, in B. E. Flaherty (a cura di), *Psychophysiological Aspects of Space Flight*, Columbia University Press, New York 1961.
- Cobb, J. B., D. R. Griffin (a cura di), *Mind in Nature. Essays on the Interface of Science and Philosophy*, University Press of America, Washington, D.C. 1977.
- Colli, G., *Dopo Nietzsche*, Bompiani, Milano 1978.
- Collins, S. W., *The Race to Commercialize Biotechnology. Molecules, Markets, and the State in the United States and Japan*, Routledge, New York 2004.
- Conway, F., J. Siegelman, *L'eroe oscuro dell'età dell'informazione. Alla ricerca di Norbert Wiener, il padre della cibernetica*, tr. it. P. Bovini, Codice, Torino 2005.
- Corcos, A. F., F. V. Monagan, *Gregor Mendel's Experiments on Plant Hybrids. A Guided Study*, Rutgers University Press, New Brunswick 1993.
- Cordeschi, R., *La scoperta dell'artificiale. Psicologia, filosofia e macchine intorno alla cibernetica*, Dunod, Milano 1998.
- Crea, R., *DNA Chemistry at the Dawn of Commercial Biotechnology*, University of California, Berkeley 2004.
- Crick, F. H. C., *La folle caccia. La vera storia della scoperta del codice genetico*, Rizzoli, Milano 1990.
- Crick, F. H. C., *What Mad Pursuit. A Personal View of Scientific Discovery*, Basic Books, New York 1990.

- Crosby, A. W., *La misura della realtà. Nascita di un nuovo modello di pensiero in Occidente*, tr. it. R. Ioli, Dedalo, Bari 1998.
- Cutro, A. (a cura di), *Biopolitica. Storia e attualità di un concetto*, Ombre Corte, Verona 2005.
- D'Alessandro, P., A. Potestio (a cura di), *Filosofia della tecnica*, LED, Milano 2006.
- D'Alessandro, P., I. Domanin, *Filosofia dell'ipertesto. Esperienza di pensiero, scrittura elettronica, sperimentazione didattica*, Apogeo, Milano 2005.
- D'Antuono, E., *Bioetica*, Guida, Napoli 2003.
- D'Onofrio, A., *Razza, sangue e suolo. Utopie della razza e progetti eugenetici nel ruralismo nazista*, ClioPress, Napoli 2002.
- Daly, H. E., *Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile*, tr. it. S. Dalmazzone, G. Garrone, Comunità, Torino 2001.
- Datteri, E., G. Tamburrini, *Biorobotic Experiments for the Discovery of Biological Mechanisms*, in "Philosophy of Science", 74, 2007.
- Davies, E., *Techgnosis. Miti, magia e misticismo nell'era dell'informazione*, tr. it. M. Buonuomo, Ipermedium libri, Napoli 2001.
- Dawkins, R., *Il gene egoista. La parte immortale di ogni essere vivente*, tr. it. G. Corte, A. Serra, Mondadori, Milano 1995.
- Dawkins, R., *L'orologio cieco. Creazione o evoluzione*, tr. it. L. Sossio, Mondadori, Milano 2003.
- De Latil, P., *Il pensiero artificiale. Introduzione alla cibernetica*, tr. it. D. Ceni, Feltrinelli, Milano 1962.
- De Salvo, L., A. Sindoni (a cura di), *Tempo sacro e tempo profano. Visione laica e visione cristiana del tempo e della storia*, Convegno internazionale Università degli studi Messina 5-7/9/2000, Rubbettino, Catanzaro 2002.
- Dery, M., *Velocità di fuga. Cyberculture a fine millennio*, tr. it. M. Tavosanis, Feltrinelli, Milano 1997.
- Diamond, J., *Armi, acciaio e malattie. Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni*, tr. it. L. Civalleri, Einaudi, Torino 2000.
- Dickens, B. M., *Bioethics*, in S. Lock, J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.
- Dinello, D., *Technofobia! Science Fiction Visions of Postuman Technology*, University of Texas Press, Austin 2005.
- Dodds, K., *Geopolitics. A Very Short Introduction*, Oxford University Press, Oxford 2007.
- Dotti, L., *L'utopia eugenetica del welfare state svedese (1934-1975). Il programma socialdemocratico di sterilizzazione, aborto e castrazione*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2004.

- Ehrenberg, M., *La donna nella preistoria*, tr. it. R. Bosi, Mondadori-De Agostini, Novara 1995.
- Ehrenberg, V., *The people of Aristophanes. A sociology of old Attic comedy*, Blackwell, Oxford 1951.
- Eisenstein, E. L., *Le rivoluzioni del libro. L'invenzione della stampa e la nascita moderna*, ed. it. a cura di G. Arganese, Il Mulino, Bologna 1995.
- Eisler, R., *Il calice e la spada. La presenza dell'elemento femminile nella storia da Maddalena a oggi*, tr. it. V. Mingiardi, Frassinelli, 2006.
- Eser, A., M. Lutterotti, P. Sporken, *Lexicon Medizin Ethik Recht. Darf die Medizin, was sie kann? Information und Orientierung*, Herder, Freiburg 1989.
- Esposito, R., *Bíos. Biopolitica e filosofia*, Einaudi, Torino 2004.
- Esposito, R., *Terza persona. Politica della vita e filosofia dell'impersonale*, Einaudi, Torino 2007.
- Ezrahi, Y., E. Mendelsohn, H. P. Segal (a cura di), *Technology, Pessimism and Postmodernism*, Kluwer, Dordrecht 1994.
- Feenberg, A., A. Hannay (a cura di), *Technology and the Politics of Knowledge*, Indiana University Press, Bloomington-Indianapolis 1995.
- Ferraris, M., *Nietzsche e la filosofia del Novecento*, Bompiani, Milano 1999.
- Ferraris, M., *Sans papier. Ontologia dell'attualità*, Castelvechi, Roma 2007.
- Fiorino, T., *Il testo tra autore e lettore*, Liguori, Napoli 2003.
- Flaherty, B. E. (a cura di), *Psychophysiological Aspects of Space Flight*, Columbia University Press, New York 1961.
- Forrest, D. W., *Francis Galton. The Life and Work of a Victorian Genius*, Taplinger, London 1974.
- Fox Keller, E., *Nature, Nurture, and the Human Genome Project*, in D. J. Kevles, L. Hood (a cura di), *The Code of Codes. Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1992.
- Fox Keller, E., *Vita, scienza e cyberscienza*, tr. it. S. Coyaud, Garzanti 1996.
- Francastel, P., *Lo spazio figurativo dal Rinascimento al Cubismo*, Einaudi, Torino 1957.
- Fröhner, A., J. G. Krünitz, *Technologie und Enzyklopädismus im Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert*, Palatium Verlag, Mannheim-Univesität 1994.
- Frugoni, C., *Medioevo sul naso. Occhiali, bottoni e altre invenzioni medievali*, Laterza, Roma-Bari 2001.

- Gale, D., *Cowboys in paradiso. Nuova speranza per uomini malinconici*, in F. Berardi (Bifo) (a cura di), *Cibernauti. Tecnologia, comunicazione, democrazia*, Castelveccchi, Roma 1996.
- Galimberti, U., *Il corpo*, in *Opere*, vol. v, Feltrinelli, Milano 2002.
- Galimberti, U., *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*, in *Opere*, xii, Feltrinelli, Milano 2002.
- Gallino, L., *Tecnologia e democrazia*, Einaudi, Torino 2007.
- Gallino, L., *Tecnologia*, in *Dizionario di sociologia*, Utet, Torino 2006.
- Gallori, E., *Genetica*, Giunti, Firenze 1997.
- Gara, A., *Tecnica e tecnologia nelle società antiche*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1994.
- Garin, E., *Rinascite e rivoluzioni. Movimenti culturali dal XIV al XVIII secolo*, Laterza, Roma-Bari 2007.
- Georgescu-Roegen, N., *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, a cura di M. Buonaiuti, Bollati Boringhieri, Torino 2003.
- Georgescu-Roegen, N., *Ineguaglianza, limiti e crescita da un punto di vista bioeconomico*, in id., *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*, a cura di M. Buonaiuti, Bollati Boringhieri, Torino 2003.
- Geyer, Ch. (a cura di), *Biopolitik. Die Positionen*, Suhrkamp, Frankfurt am Main 2001.
- Geymonat, L. (a cura di), *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano 1970.
- Geymonat, L., *Filosofia e filosofia della scienza*, Feltrinelli, Milano 1962.
- Gillham, N. W., *A Life of Sir Francis Galton. From African Exploration to the Birth of Eugenics*, Oxford University Press, New York 2001.
- Gillham, N. W., *Francis Galton*, in E. C. R. Reeve, I. Black (a cura di), *Encyclopedia of Genetics*, Taylor & Francis, Oxford 2001.
- Giovannini, F., *Mostri. Protagonisti dell'immaginario del Novecento da Frankenstein a Godzilla, da Dracula ai cyborg*, Castelveccchi, Roma 1999.
- Giugliano, A., *Materiali filosofici per una «storia della cultura»*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2002.
- Grant, E., *La scienza nel Medioevo*, tr. it. di P. Fait, Il Mulino, Bologna 1997.
- Green, J. J., V. B. Rao (a cura di), *Recombinant DNA Principles and Methodologies*, Dekker, New York 1998.
- Grignani, F., A. Notario (a cura di), *Malattie del sangue e degli organi emopoietici*, Piccin, Padova 2005.
- Hall, L. A., *Eugenics*, in S. Lock, J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.

- Hall, L. A., *Eugenics*, in S. Lock, J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.
- Hayles, N. K., *How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature and Informatics*, University of Chicago Press, Chicago-London 1999.
- Hayward, R., *The Biopolitics of Arthur Keith and Morley Roberts*, in “Clio Medica”, 60, 2000.
- Heim, M., *Electric Language. A Philosophical Study of Word Processing*, Yale University Press, New Haven, CT. 1989.
- Heim, M., *The Metaphysics of Virtual Reality*, Oxford University Press, New York 1993.
- Heims, S. J., *I cibernetici. Un gruppo e un'idea*, tr. it. G. M. Fidora, Editori Riuniti, Roma 1994.
- Henig, R. M., *The Monk in the Garden. The Lost and Found Genius of Gregor Mendel, the Father of Genetics*, Houghton Mifflin, Boston 2001.
- Hubbard, R., E. Wald, *Exploding the Gene Myth. How Genetic Information is Produced and Manipulated by Scientists, Physicians, Employers, Insurance Companies, Educators, and Law Enforcers*, Beacon, Boston 1993.
- Hubbard, R., *The Politics of Women's Biology*, Rutgers University Press, New Brunswick-New Jersey-London 1990.
- Huber, C. (a cura di), *Teoria e metodo della ricerca scientifica*, Gregoriana, Padova 1981.
- Huttin, S., *La vita quotidiana degli alchimisti nel Medioevo*, Rizzoli, Milano 1991.
- Ihde, D., *Intrumental Realism. The Interface between Philosophy of Science and Philosophy of Technology*, Indiana University Press, Bloomington 1991.
- Iltis, H., *Gregor Johann Mendel. Leben, Werk und Wirkung*, J. Springer, Berlin 1924.
- Jackson, J. P., *Science for Segregation*, NYU Press, New York 2005.
- Jasanoff, S., *Fabbriche della natura. Biotecnologie e democrazia*, tr. it. E. Gambini, A. Roffi, Il Saggiatore, Milano 2008.
- Jeffcote, R., *Technology@Utopia*, in “Paideusis. Journal for Interdisciplinarity and Cross-Cultural Studies”, 3, 2003.
- Jonas, H., *Tecnica, medicina ed etica. Prassi del principio responsabilità*, tr. it. a cura di P. Becchi, Einaudi, Torino 1997.
- Kåhre, J., *The Mathematical Theory of Information*, Kluwer Academic Publishers, Boston 2002.

- Kelly, K., *Out of control. La nuova biologia delle macchine, dei sistemi sociali e dell'economia globale*, tr. it. C. Poggi, Apogeo, Milano 1996.
- Kevles, D. J., L. Hood (a cura di), *The Code of Codes. Scientific and Social Issues in the Human Genome Project*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1992.
- Kevles, D., *In the Name of Eugenics. Genetics and the Uses of Human Heredity*, Harvard University Press, Cambridge-London 1995.
- Kourilsky, P., *Gli artigiani della vita*, tr. it. L. Tinelli, G. Dehò, Mondadori-De Agostini, Novara 1994.
- Koyré, A., *Études d'histoire de la pensée scientifique*, PUF, Paris 1966.
- Koyré, A., *Studi newtoniani*, tr. it. P. Galluzzi, Einaudi, Torino 1972.
- Kroker, A., M. A. Weinstein, *Data trash. La teoria della classe virtuale*, tr. it. G. e A. Cara, Apogeo, Milano 1996.
- Kühl, S., *The Nazi Connection. Eugenics, American Racism and German National Socialism*, Oxford University Press, New York 1994.
- La Vergata, A., *Guerra e darwinismo sociale*, Rubbettino, Catanzaro 2005.
- Landweber, L., E. Baum (a cura di), *2nd Annual Workshop on DNA Computing*, Princeton University, DIMACS, American Mathematical Society, 1, 29, 1999.
- Latouche, S., *Come sopravvivere allo sviluppo. Dalla decolonizzazione dell'immaginario economico alla costruzione di una società alternativa*, Bollati Boringhieri, Torino 2005.
- Latouche, S., *Il mondo ridotto a mercato*, tr. it. R. Magni e M. Pellegrino, Ed. Lavoro, Roma 2000.
- Latouche, S., *La megamacchina. Ragione tecnoscientifica, ragione economica e mito del progresso*, tr. it. di A. Salsano, Bollati Boringhieri, Torino 2000.
- Latour, B., *Il culto moderno dei fatticci*, Meltemi, Roma 2005.
- Le Goff, J., *Tempo della Chiesa e tempo del mercante*, Einaudi, Torino 1977.
- Lehman, I. R., *DNA Joining Enzymes (Ligase)*, in P. D. Boyer (a cura di), *The Enzymes*, Academic Press, New York 1970.
- Lessing, L., *Code and Other Laws of Cyberspace*, Basic Books, New York 1999.
- Lévy, P., *Il virtuale*, tr. it. M. Colò, M. Di Sopra, Raffaello Cortina, Milano 1997.
- Lewin, L., *Ideology and Strategy. A Century of Swedish Politics*, Cambridge University Press, Cambridge 1988.
- Lewontin, R., *Il sogno del genoma umano e altre illusioni della scienza*, tr. it. M. Sampaolo, Laterza, Roma-Bari 2004.
- Lipton, R., E. Baum (a cura di), *DNA Based Computers*, DIMACS, American Mathematical Society, 1, 21, 1996.

- Lissa, G., *L'eugenetica tra affermazione del bene e nichilismo*, in P. Amodio (a cura di), *Etica, bioetica e diritto nell'età delle biotecnologie. Atti di una giornata di studio con Stefano Rodotà*, Partagées, Napoli 2005.
- Lobato, A. (a cura di), *Etica e società contemporanea*, Atti del III congresso internazionale della SITA, Pontificia Accademia di S. Tommaso, ed. Vaticana 1992.
- Lopez Trujillo, A., *La scienza e la tecnica odierna al servizio della vita umana*, in A. Lobato (a cura di), *Etica e società contemporanea*, Atti del III congresso internazionale della SITA, Pontificia Accademia di S. Tommaso, ed. Vaticana 1992.
- Lyon, D., *L'occhio elettronico. Privacy e filosofia della sorveglianza*, tr. it. G. Carlotti, Feltrinelli 1997.
- Lyon, D., *La società sorvegliata. Tecnologie di controllo della vita quotidiana*, tr. it. A. Zanini, Feltrinelli, Milano 2002.
- Lyon, D., *Massima sicurezza. Sorveglianza e "guerra al terrorismo"*, tr. it. E. Greblo, Raffaello Cortina, Milano 2005.
- Lyons, J., *Structural Semantics. An Analysis of Part of the Vocabulary of Plato*, Publications of Philological Society, Oxford 1963.
- Maier Oeser, S., *Technologie*, in Ritter, J., K. Gründer, G. Gabriel (a cura di), *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Schwabe Verlag, Basel 1971-2007.
- Maldonado, T., *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano 2007.
- Maldonato, M., *Dal Sinai alla rivoluzione cibernetica. L'ordine individualistico della libertà*, Guida, Napoli 2002.
- Mancini, E., A. Morelli, *Le frontiere della bioetica*, Giunti, Milano 2004.
- Mangiarotti, G., *Dai geni agli organismi. Biologia cellulare e genetica*, Piccin, Padova 1994.
- Mantovani, C., *Rigenerare la società. L'eugenetica in Italia dalle origini ottocentesche agli anni Trenta*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2004.
- Marchesini, R., *Bioetica e biotecnologie. Questioni morali nell'era biotech*, Apèiron, Bologna 2002.
- Marchesini, R., *Post-human. Verso nuovi modelli di esistenza*, Bollati Boringhieri, Torino 2005.
- Marchesini, R., *Post-human. Verso nuovi modelli di esistenza*, Bollati Boringhieri, Torino 2005.
- Masani, P., *Norbert Wiener. 1894-1964*, Birkhäuser, Basel 1990.
- Masters, R. D., *The Nature of Politics*, Yale University Press, New Heaven 1989.
- Mazzarella, E., *Ermeneutica dell'effettività. Prospettive ontiche dell'ontologia heideggeriana*, Guida, Napoli 1993.
- Mazzarella, E., *Tecnica e metafisica. Saggio su Heidegger*, Guida, Napoli 1981.

- Melchiorre, V., *Corpo e persona*, Marietti, Genova 1981.
- Mendelssohn, K., *La scienza e il dominio dell'occidente*, tr. it. P. Ludovici, Editori Riuniti, Roma 1981.
- Milano, G., *Bioetica. Dalla A alla Z*, Feltrinelli, Milano 1997.
- Misra, K. B., (a cura di), *Handbook of Performability Engineering*, Spring, London 2008.
- Mondolfo, R., *Alle origini della filosofia della cultura*, Il Mulino, Bologna 1956.
- Moniello, A., *Leibniz e Boole tra logica e metafisica*, Guida, Napoli 1998.
- Monod, J., *Il caso e la necessità*, tr. it. A. Busi, A. Mondadori, Milano 1997.
- Montani, P., *Eстетica, tecnica e biopolitica*, in AA. VV., *Bíos*, "Fata Morgana. Quadrimestrale di cinema e visioni", 0, 9-12/2006, Pellegrini, Cosenza 2006, p. 28.
- Montinari, M., *Nietzsche*, Editori Riuniti, Roma 1996.
- Morace, S., *Origine donna. Dal matrismo al patriarcato*, Prospettiva, Roma 1997.
- Mutchinick, J., *Per una definizione di biotecnologia*, in N. Russo (a cura di), *L'uomo e le macchine. Per un'antropologia della tecnica*, Guida, Napoli 2007.
- Narduzzi, E., *Sesto Potere. Chi governa la società nell'era della tecnologia di massa e dell'innovazione permanente*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2004.
- Nelkin, D., M. S. Lindee, *The DNA Mystique. The Gene as a Cultural Icon*, University of Michigan Press, Ann Arbor 2004.
- Neumann, F., *Behemoth. Struttura e pratica del nazionalsocialismo*, ed. it. a cura di M. Baccianini, B. Mondadori, Milano 2007.
- Notario, A., R. Invernizzi, *La semeiotica di laboratorio nello studio delle malattie del sangue*, in F. Grignani, A. Notario (a cura di), *Malattie del sangue e degli organi emopoietici*, Piccin, Padova 2005.
- Odelberg, W. (ed.), *The Nobel Prizes 1978*, Nobel Foundation, Stockholm 1979.
- Pandolfi, A., W. Vanini, *Che cos'è un ipertesto. Guida all'uso di (e alla sopravvivenza a) una tecnologia che cambierà la nostra vita*, Castelveccchi, Roma 1994.
- Pareti, G., *Scienza, etica e società. Nuove prospettive o il solito «ménage à trois»? Note a margine di un convegno*, in "Rivista di filosofia", XCVII, 2, 2006.
- Pasoli, E., *Scienza e tecnica nella considerazione prevalente del mondo antico: Vitruvio e l'architettura*, in AA.VV., *Scienza e tecniche nelle letterature classiche*, atti delle Seste Giornate Filologiche Genovesi, 23-24 febbraio 1978, Istituto di filologia classica e medioevale, Genova 1980.
- Pessina, A., *Bioetica. L'uomo sperimentale*, B. Mondadori, Milano 1999.

- Poli, G., *Bioteconologie. Principi e applicazioni dell'ingegneria genetica*, UTET, Milano 1997.
- Potrykus, I., *Golden Rice and Beyond*, in "Plant Physiology", 125, 2001.
- Poursch, D., *The Soft Machine. Cybernetic Fiction*, Routledge, New York-London 1985.
- Preite, G., *Il riconoscimento biometrico. Sicurezza versus privacy*, UNI Service, Trento 2008.
- Rabilloud, T. (a cura di), *Proteom Research. Two-dimensional Gel Electrophoresis and Identification Methods*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1999.
- Rabilloud, T., I. Humphrey-Smith, *Introduction. The Virtue of Proteomics*, in T. Rabilloud (a cura di), *Proteom Research. Two-dimensional Gel Electrophoresis and Identification Methods*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1999.
- Reale, G., *Introduzione generale al pensiero di Platone*, in Platone, *Tutti gli scritti*, a cura di G. Reale, Bompiani, Milano 2000.
- Reale, G., *Un Parmenide nuovo*, in Parmenide, *Sulla natura. I frammenti e le testimonianze indirette*, a cura di G. Reale, Rusconi, Milano 1991.
- Richards, T. J. L., *European Union – Impact on Medicine*, in S. Lock, J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.
- Rifkin, J., *Il secolo biotech. Il commercio genetico e l'inizio di una nuova era*, Baldini & Castoldi Dalai, Milano 2003.
- Riis, P., *Declaration of Helsinki*, in S. Lock, J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.
- Rist, G., *Lo sviluppo. Storia di una credenza occidentale*, tr. it. A. Salsano, Bollati Boringhieri 1997.
- Rodotà, S., *Adventures of Human Bodies*, testo dell'intervento tenuto al workshop di *Ethics of human interaction with robotic bionic and AI systems. Concepts and policies*, Napoli, 17-18 ottobre 2006.
- Rodotà, S., *Etica, bioetica e diritto nell'età delle biotecnologie*, in P. Amodio (a cura di), *Etica, bioetica e diritto nell'età delle biotecnologie. Atti di una giornata di studio con Stefano Rodotà*, Partagéés, Napoli 2005.
- Rodotà, S., *La vita e le regole. Tra diritto e non diritto*, Feltrinelli, Milano 2006.
- Rodotà, S., *Tecnopolitica*, Laterza, Roma-Bari 2004.
- Roelcke, V., G. Maio (a cura di), *Twentieth Century Ethics of Human Subjects Research. Historical Perspectives on Values, Practices and Regulations*, F. Steiner, Stuttgart 2004.
- Ronchi, V., *Galileo e il cannocchiale*, Idea, Udine 1945.

- Rosenbluth, A., N. Wiener, J. Bigelow, *Behavior, Purpose and Teleology*, in "Philosophy of Science", 10 (1943).
- Rosenbluth, A., N. Wiener, J. Bigelow, *Comportamento, fine e teologia*, in N. Wiener, *Dio & Golem s.p.a. Cibernetica e religione*, tr. it. F. Bedarida, Bollati Boringhieri, Torino 1991.
- Ross, D. W., *Introduzione alla medicina molecolare*, tr. it. a cura di M. R. Micheli, R. Bova, Springer, Milano 2005.
- Rossi, P., *Aspetti della rivoluzione scientifica*, Morano, Napoli 1971.
- Rossi, P., *Clavis universalis. Arti della memoria e logica combinatoria da Lullo a Leibniz*, Il Mulino, Bologna 1960.
- Rossi, P., *I filosofi e le macchine. 1400-1700*, Feltrinelli, Milano 2002.
- Rovasenda, E., *Scienza e morale*, in A. Lobato (a cura di), *Etica e società contemporanea*, Atti del III congresso internazionale della SITA, Pontificia Accademia di S. Tommaso, ed. Vaticana 1992.
- Ruggiu, L., *Commentario filosofico al poema di Parmenide «Sulla natura»*, in Parmenide, *Sulla natura. I frammenti e le testimonianze indirette*, a cura di G. Reale, Rusconi, Milano 1991.
- Ruggiu, L., *L'altro Parmenide*, in Parmenide, *Sulla natura. I frammenti e le testimonianze indirette*, a cura di G. Reale, Rusconi, Milano 1991.
- Ruggiu, L., *Parmenide*, Marsilio, Venezia-Padova 1975.
- Russo, N. (a cura di), *L'uomo e le macchine. Per un'antropologia della tecnica*, Guida, Napoli 2007.
- Sachs, W. (a cura di), *Dizionario dello sviluppo*, ed. it. a cura di A. Tarozzi, EGA, Torino 2004.
- Sala, F., *Gli ogm sono davvero pericolosi?*, Laterza, Roma-Bari 2005.
- Salerno, C., *Appunti di biochimica clinica*, Scriptaweb, Napoli 2006.
- Sapp, J., *Evolution by Association. A History of Symbiosis*, Oxford University Press, New York 1995.
- Sapp, J., *Genesis. The Evolution of Biology*, Oxford University Press, New York 2003.
- Scarascia Mugnozza, G. T., *Introduzione alle agrobiotecnologie*, in AA.VV., *XXVI seminario sulla evoluzione biologica e i grandi problemi della biologia. Le biotecnologie*, Accademia nazionale dei Lincei, Roma 2000.
- Schmid, R. D., *Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik*, Wiley-VCH, Weinheim 2006.
- Schrödinger, E., *What is Life?*, Cambridge University Press, Cambridge 1944.
- Schwartz, J., *In pursuit of the Gene. From Darwin to DNA*, Harvard University Press, Cambridge-London 2008.

- Serra, A., *Un modello di dinamica della ricerca sperimentale. Lo sviluppo della teoria del gene*, in C. Huber (a cura di), *Teoria e metodo della ricerca scientifica*, Gregoriana, Padova 1981.
- Serres, M., *Atlas*, Julliard, Paris 1994.
- Severino, E., *Il destino della tecnica*, Rizzoli, Milano 1998.
- Sfez, L., *Il sogno biotecnologico*, a cura di G. Celli, B. Mondadori, Milano 2002.
- Sgreccia, E., *La ricerca sperimentale in campo biomedico*, in A. Lobato (a cura di), *Etica e società contemporanea*, Atti del III congresso internazionale della SITA, Pontificia Accademia di S. Tommaso, ed. Vaticana 1992.
- Shannon, C., *A Mathematical Theory of Communication*, in "The Bell System Technical Journal", 27, Luglio 1948.
- Shapin, S., S. Schaffer, *Il Leviatano e la pompa ad aria. Hobbes, Boyle e la cultura dell'esperimento*, tr. it. R. Brigati, P. Lombardi, La Nuova Italia, Roma 1994.
- Shiva, V., *Il mondo sotto brevetto*, tr. it. G. Pannofino, Feltrinelli, Milano 2002.
- Sidel, V. W., *Biological and Chemical Warfare*, in S. Lock, J. M. Last, G. Dunea (a cura di), *The Oxford Illustrated Companion to Medicine*, Oxford University Press, Oxford 2001.
- Snell, B., *Die Ausdrücke für den Begriff des Wissens in der vorplatonischen Philosophie*, Weidmann, Berlin 1924.
- Somenzi, V., R. Cordeschi (a cura di), *La filosofia degli automi. Origini dell'intelligenza artificiale*, Bollati Boringhieri, Torino 1994.
- Somit, A. (a cura di), *Biology and Politics. Recent Exploration*, Mouton, The Hague 1976.
- Somit, A., S. A. Peterson (a cura di), *Evolutionary Approaches in the Behavioral Sciences. Toward a Better Understanding of Human Nature*, Elsevier, Oxford 2001.
- Somit, A., S. A. Peterson, *Biopolitics in the Year 2000*, in id. (a cura di), *Evolutionary Approaches in the Behavioral Sciences. Toward a Better Understanding of Human Nature*, Elsevier, Oxford 2001.
- Spreen, D., *Cyborgs und andere Techno-Körper. Ein Essay im Grenzbereich von Bios und Techne*, Erster Deutscher Fantasy Club, Passau 1998.
- Starobinski, A., *Biopolitica e storia dell'umanità*, in A. Cutro (a cura di), *Biopolitica. Storia e attualità di un concetto*, Ombre Corte, Verona 2005.
- Swinbanks, D., *Government Backs Proteome Proposal*, in "Nature", 1995, 378.

- Tettamanzi, D., *L'intrinseca dimensione etica della scienza e della tecnica*, in A. Lobato (a cura di), *Etica e società contemporanea*, Atti del III congresso internazionale della SITA, Pontificia Accademia di S. Tommaso, ed. Vaticana 1992.
- Thorpe, W. H., *The Frontiers of Biology*, in J. B. Cobb, D. R. Griffin (a cura di), *Mind in Nature. Essays on the Interface of Science and Philosophy*, University Press of America, Washington, D.C. 1977.
- Thorson, T., *Biopolitics*, Holt, Rineheart and Winston, New York 1970.
- Trione, A., *Ars combinatoria*, Spirali, Milano 1999.
- Turkle, S., *La vita sullo schermo. Nuove identità e relazioni sociali nell'epoca di Internet*, tr. it. a cura di B. Parrella, Apogeo, Milano 1997.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Human Gene Therapy. A Background Paper*, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 1984.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Mapping our Genes. The Genome Projects: How Big, How Fast?*, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1988.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *New Developments in Biotechnology. Patenting Life. Special Report*, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 1989.
- U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *U.S. Diary Industry at a Crossroad. Biotechnology and Policy Choices. Special Report*, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 1991.
- Uehling, M. D., *Birth of a Molecule*, in "Popular Science", 2, 1992.
- UNDP (United Nations Development Programme), *Rapporto sullo sviluppo umano 10. La globalizzazione*, Rosenberg & Sellier, Torino 1999.
- Vattimo, G., *Introduzione a Nietzsche*, Laterza, Roma-Bari 1999.
- Vegetti, M., *Alle origini della razionalità scientifica: la classificazione degli animali*, in AA.VV., *Scienza e tecnica nelle letterature classiche*, atti delle Seste Giornate Filologiche Genovesi, 23-24 febbraio 1978, Istituto di filologia classica e medioevale, Genova 1980.
- Vegetti, M., *Technai e filosofia nel «Perì technes» pseudo-ippocratico*, «Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino», 98, Torino 1964.
- Virilio, P., *La bomba informatica*, tr. it. G. Piana, Raffaello Cortina, Milano 2000.
- Von Baeyer, H. Ch., *Informazione. Il nuovo linguaggio della scienza*, tr. it. S. Bianchi, Dedalo, Bari 2005.
- Von Wiese, L., *Technologie*, in A. Vierkandt (a cura di), *Handwörterbuch der Soziologie*, F. Enke, Stuttgart 1931.
- Warrick, P. S., *Il romanzo del futuro. Computer e robot nella narrativa di fantascienza*, tr. it. C. Portoghese, Dedalo, Bari 1984.

- Watson, J. D., F. H. C. Crick, *Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid*, in *Nature*, 1953, 171.
- Watson, J. D., F. H. C. Crick, *Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Deoxyribonucleic Acid*, in *Nature*, 1953, 171.
- Watson, J. D., *La doppia elica*, tr. it. M. Attardo Magrini, Garzanti, Milano 1968.
- Watson, J. D., *La doppia elica. Trent'anni dopo*, tr. it. B. Vitale, M. Attardo Magrini, Garzanti, Milano 1982.
- Weber, A., *Natur als Bedeutung. Versuch einer semiotischen Theorie des lebendigen*, Königshausen & Neumann, Würzburg 2003.
- Weizenbaum, J., *Il potere del computer e la ragione umana. I limiti dell'intelligenza artificiale*, tr. it. F. Tibone, Abele, Torino 1987.
- Wiener, Ph., A. Noland, *Le radici del pensiero scientifico*, tr. it. M. Celletti Novelletto, Feltrinelli, Milano 1971.
- Wildermuth, V., *Biotechnologie. Zwischen wissenschaftlichem Fortschritt und ethischen Grenzen*, Parthas, Berlin 2006.
- Wilmut, I., A. E. Schnieke, J. McWhir et al., *Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells*, in "Nature", 385, 1997.
- Wolpert, L., *La natura innaturale della scienza*, tr. it. A. R. Vignati, L. Lucentini, Dedalo, Bari 1996.
- Zanini, A., U. Fadini (a cura di), *Lessico postfordista. Dizionario di idee della mutazione*, Feltrinelli, Milano 2001.

Articoli in internet e pagine web

- Arber, W., *Autobiography*: http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1978/arber-autobio.html.
- Barberis, L., M. De Acetis, *Il progetto genoma umano*, in “Torinoscienza”, 10/3/2004: <http://www.torinoscienza.it>.
- Barbetta, P., *Schizofrenia paranoide e tecnologie virtuali*: <http://www.cmtf.it/pdf/barbetta13.pdf>.
- Barbieri, D., *Computer e intelligenza*: <http://www.danielebarbieri.it/texts/ComputerIntelligenza.pdf>.
- Barbisan, U., *Tecnologos*, in *Tecnologos* («Tecnologos», 21/02/2001, n. 1): http://www.tecnologos.it/Articoli/articoli/numero_001/art_tecnologos/tecnologos.asp.
- Bini, L., *Il proteoma*: http://www.areamedlab.it/pdf/mdl/pro_bini.pdf.
- Cerf, V., *La storia di Internet*, in «Mediamente», 13/9/1997: <http://www.mediamente.rai.it/home/bibliote/intervis/c/cerf.htm>.
- Chittaro, L., *Gli insetti cyborg vivono*, in “Il Sole 24 Ore”, 20/03/08: <http://lucachittaro.nova100.ilsole24ore.com/2008/03/arrivano-gli-in.html>.
- Chittaro, L., *Il computer e la ragione umana. Lo “shock” di Weizenbaum*, in “Il Sole 24 Ore”, 17/03/08: <http://lucachittaro.nova100.ilsole24ore.com/2008/03/il-computer-e-l.html>.
- Clynes, M. E., N. S. Kline, *Cyborgs and Space*: <http://www.scribd.com/doc/2962194/Cyborgs-and-Space-Clynes-Kline>
- Crea, R., *The DNA Chemistry at the Dawn of Commercial Biotechnology*: <http://www.archive.org/details/dnachemistrydawn00crearich>
- Federici, A., *Dizionario della nuova sanità*: <http://www.careonline.it/dizionario>.
- Galambos, L., *Il ruolo dell'innovazione nell'industria farmaceutica. A colloquio con Louis Galambos*, in «Care Online» (4/1/2001): http://www.careonline.it/2001/4_01/pdf/intervista_2.pdf.
- Hayward, R., *The Biopolitics of Arthur Keith and Morley Roberts*: <http://www.ingentaconnect.com/content/rodopi/clio/2000/00000060/00000001/art00011>
- <http://it.wikipedia.org/wiki/Cibernetica>.
- http://www.interaction-design.org/references/authors/david_zeltzer.html.
- Ingvarsson, J., *Enter the Cut-up Matrix. Some notes on Man and Machines in the (Swedish) 1960's*: <http://www.brown.edu/Research/dichtung-digital/2003/issue/4/ingvarsson/index.htm>.
- Marra, W., *L'ingegneria genetica: un connubio di cattiva scienza e grande business*, in «Mediamente», 26/3/2001: <http://www.mediamente.rai.it/divenirerete/010326/inggen.asp>.

- Murauer, E., *Terapia genetica. Il metodo del futuro*, in «Eb-haus aktuell. Periodico della casa Eb Austria» (Giugno 2007):
http://www.debra.it/uploaded_files/378eb-haus-aktuell%20giugno%2007%20ITALIANO.pdf.
- Murzi, M., *La cibernetica e i sistemi di controllo*, in “Notiziario di informatica”, I, 4/9/1998: <http://www.murzim.net/notiziario/980406.htm>.
- Pacifici, B., *I bioprocessi*: <http://www.pacifici-net.it/Biologia/Biotecnologie/I%20bioprocessi.htm>.
- Popolo, L., *Frammentazione del DNA mediante endonucleasi di restrizione*: <http://users.unimi.it/popolo/14%20-%20Metodi.pdf>.
- Rosenbluth, A., N. Wiener, J. Bigelow, *Behavior, Purpose and Teleology*:
<http://pespmc1.vub.ac.be/Books/Wiener-teleology.pdf>.
- Scornaienchi, V., *Enzimi di restrizione*: <http://biologia.unical.it/openlab/documenti/pdf/enzimi%20di%20restrizione.pdf>.
- Shannon, C., *A Mathematical Theory of Communication*:
<http://elettronica.fausser.edu/shannon/shannon1948.pdf>.
- Spreen, D., *Cyborgs: Technische Werkstoffe und Komponenten in Menschen*: http://www.umsicht.fraunhofer.de/veranstaltungen/downloads/060913_umta06_1.pdf.
- SSNV, *Ingegneria genetica o tecnologia del DNA ricombinante*, in «Scienza Vegetariana» (2/7/2002): http://www.scienza-vegetariana.it/conoscere/ogm/ingegneria_genetica.html.
- Xiao, D. et alii, *Solving maximum cut problems in the Adleman-Lipton Model*: <http://www.sciencedirect.com>.

Siti internet consultati

<http://biologia.unical.it> (Sito del Dipartimento di biologia cellulare dell'Università degli studi della Calabria).

<http://elettronica.fausser.edu> (Laboratorio di elettronica dell'ITIS "G. Fauser" di Novara).

<http://it.wikipedia.org>.

<http://labclone.blogspot.com> (Blog dell'Oxford Laboratory).

<http://nobelprize.org> (Sito del Premio Nobel).

<http://pespmc1.vub.ac.be> (Principia Cybernetica Web).

<http://users.unimi.it> (Web server dell'Università degli Studi di Milano).

<http://www.aip.org> (Sito dell'American Institute of Physics).

<http://www.alcatel-lucent.com/wps/portal/BellLabs> (Sito dei Bell Laboratories).

<http://www.archive.org/index.php> (Internet Archive).

<http://www.bae.ncsu.edu> (Sito del Department of Biological and Agricultural Engineering, NC State University, Raleigh, North Carolina).

<http://www.biomedica.net> (Sito dell'agenzia Biomedica).

<http://www.brown.edu> (Sito della Brown University di Providence).

<http://www.careonline.it/index.html> (Sito della rivista CARE Online).

<http://www.cib.na.cnr.it/cibcnr> (Sito dell'Istituto di Cibernetica "E. Caianiello").

<http://www.cmtf.it> (Sito del Centro Milanese di Terapia della Famiglia).

<http://www.debra.it> (Sito della Onlus Debra Südtirol – Alto Adige).

<http://www.emsf.rai.it> (Enciclopedia Multimediale delle Scienze Filosofiche).

http://www.emsf.rai.it/percorsi_tematici/percorso_genoma/index.htm (Pagina del EMSF dedicato al Progetto Genoma).

<http://www.fmi.ch> (Sito del FMI: Friedrich Miescher Institut).

<http://www.genome.gov> (Sito del National Human Genome Research Institute).

<http://www.glaesernes-labor.de/index.html> (Sito del Gläsernes Labor).

<http://www.ilsole24ore.com> (Sito del quotidiano).

<http://www.ingentaconnect.com> (Sito della Ingenta).

<http://www.interaction-design.org> (Community di ricercatori nel campo dell'architettura informatica e dell'interazione uomo-macchina).

<http://www.ledonline.it> (Electronic Archive of Academic and Literary Texts).

<http://www.lilly.it> (Sito italiano della Lilly).

<http://www.lillydiabetes.com/index.jsp> (Sito principale della Lilly).

<http://www.mediamente.rai.it/biblioteca> (Biblioteca digitale di MediaMente).

<http://www.merriam-webster.com> (Dizionario Merriam-Webster online).

<http://www.molecularlab.it> (Community di scienza, ricerca, biotech e biologia molecolare).

<http://www.mondoagricolo.crol.it> (Periodico online di tecnica, economia e politica agraria).

<http://www.mondodigitale.net> (Rivista online della Associazione italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico).

<http://www.murzim.net> (Mauro Murzi's pages on Philosophy of Science).

<http://www.northropgrumman.com> (Sito della Northrop Grumman).

<http://www.ousia.it> (Sito dedicato alla filosofia).

<http://www.sciencedirect.com> (Archivio digitale della Elsevier).

<http://www.scienzavegetariana.it> (Sito della SSNV: Società Scientifica di Nutrizione Vegetariana).

<http://www.scribd.com> (Sito di condivisione di documenti).

<http://www.sfi.it> (Sito della Società Filosofica Italiana).

<http://www.tecnologos.it> ("Tecnologos": rivista online di tecnologia dell'architettura).

<http://www.tigem.it> (Sito del Telethon Institute of Genetics and Medicine).

<http://www.torinoscienza.it> (Sito del Progetto Science Center della Provincia di Torino).

<http://www.tu-berlin.de> (Sito della Technische Universität di Berlino).

<http://www.umsicht.fraunhofer.de> (Sito del Fraunhofer Institut).

<http://www.usc.edu/dept/molecular-science> (Sito del Laboratory of Molecular Science della University of Southern California).

<http://www.websters-online-dictionary.org> (Dizionario Webster online).

<http://www.zanichelli.it/MATERIALI/BIOLOGIA> (Pagina web della Zanichelli dedicata alla biologia della cellula).

<http://www2.lib.virginia.edu/etext/index.html> (Sito della University of Virginia Library).

<http://www2.tu-berlin.de/~biotec/BVT/Index.html> (Sito dell'Institut für Biotechnologie della Technische Universität di Berlino).